This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

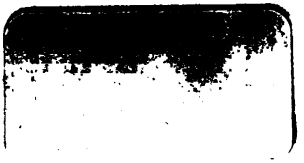
+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.



VDM
Jacob

Über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Großh. Badischen Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

vorgelegt von

Fr. E. Jacob,

cand. cam. aus St. Gallen.

Tag der mündlichen Prüfung: 3. August 1907.

NEW YORK PUBLIC LIBRARY

Erlangen.

K. B. Hof- und Universitätsbuchdruckerei von Junge & Sohn.

1907.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY
536504
ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1912 L

Gedruckt mit Genehmigung der philosophischen Fakultät der Universität Heidelberg.

Referent: Herr Geh. Hofrat Professor Dr. Gothein.

Dekan: Herr Professor Dr. Hoops.

Meiner Mutter

gewidmet.

THE NEW YORK
PUBLIC LIBRARY

ASTOR, LENOX AND
TILDEN FOUNDATIONS.
R 1912 L

Inhaltsangabe.

Seite

I. Abschnitt: Geschichtlicher Überblick 1
II. Abschnitt: Die Wasserkräfte im Dienste der heutigen Volkswirtschaft 26
1. Kap.: Allgemeine Leitsätze für den Ausbau von Wasserkräften 26
2. Kap.: Die Anlage- und Betriebskosten der Wasserkräfte . . 34
3. Kap.: Die Wasserkraftnutzung 57
A. Die Wasserkraft im Dienste:
a) der Mühlen und der Landwirtschaft 58
b) des Handwerks und der Hausindustrie 63
B. Die Wasserkraft im Dienste der Großindustrie . . . 68
C. Die Wasserkraft im Dienste des Verkehrs:
a) der Eisenbahnen 76
b) der Schiffahrt 87
III. Abschnitt: Die Statistik der Wasserkräfte 91
IV. Abschnitt: Die Staatspolitik zur Förderung einer rationellen Ausbeute der Wasserkräfte 110

Literaturverzeichnis.

Archiv für soziale Gesetzgebung und Statistik im Deutschen Reich von H. Rauchberg.

Aström, Dr. jur.: Über das Wasserrecht in Nord- und Mitteleuropa. Leipzig 1905.

Barth, Friedrich: Die zweckmäßigste Betriebskraft. 2 Bde. Leipzig 1904/05.

Bayerische Landeszeitung. Jahrg. 1906, Nr. 46. München.

Bayerisches Industrie- und Gewerbeblatt. 92. Jahrg. 1906.

Beck, Geschichte des Eisens. 1884.

Beckmann, Technologie.

Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden. 12 Heft. Karlsruhe 1906.

Bericht über die Verhandlungen des internationalen Elektrotechnikerkongresses zu Frankfurt a. M. vom 7.—12. Sept. 1894. 2. Bd. 1892.

Bericht über die Wasserverhältnisse der Schweiz. Bern 1894.

Bernoulli, Daniel: Hydrodynamik. Straßburg 1738.

Bleuler-Hüni: Das Etzelwerk. Zürich 1903.

Borchardt, Karl: Die Remscheider Stauweiheranlage sowie die Beschreibung von 450 Stauweiheranlagen. München u. Leipzig 1897.

Brentano, Dr. Lujo Prof.: Der Unternehmer. Heft 225 der volkswirtschaftlichen Zeitfragen. Berlin 1907.

De la Brosse: Les installations hydro-électriques dans la région des Alpes. Grenoble 1902.

Congrès de la Houille Blanche. Compte Rendu. 2 Volumes. Grenoble 1902.

Cruse: Die elektr. Industrie im Handbuch der Wirtschaftskunde Deutschlands. Leipzig 1904.

Roger de Diesbach: L'Utilisation des forces hydrauliques par l'état dans le canton de Fribourg. Fribourg 1904.

v. Donat, Major: Die Kraft der Isar, eine Quelle des Reichtums für Staat und Volk. München 1906.

Eberle, Kosten der Krafterzeugung. Halle 1898.

Elektrotechnische Zeitschrift. XXVI. Jahrg. ff. Berlin.

Elster, Prof. Dr.: Wörterbuch der Volkswirtschaft. Jena 1898.

Führer durch die Sammelausstellung aus dem Gebiete des Wasserbaues in der internationalen Ausstellung in Mailand 1906. Berlin 1906.

Das Gewerbegebäude und Wasserwerk am Mühlenplatz in Luzern. Luzern 1903.

Golwig, Fritz: Die wirtschaftliche Bedeutung unserer Wasserkräfte. Wien 1906.

Grothe: Über die Bedeutung der kleinen Motoren als Hilfsmaschinen für das Kleingewerbe. In Schmollers Jahrb. 1884.

Gruner, H. E.: Die Ausnutzung der Wasserkräfte der Schweiz. Basel 1906.

Handwörterbuch der Staatswissenschaften. 7. Bd. Jena 1898.

Hennig: Die technische Verwertung natürlicher Wasserkräfte. Nr. 17 der Zeitschrift „Die Nation." 24. Jahrg. Berlin 1907.

Herrmann, Dr. Emanuel: Wirtschaftliche Fragen und Probleme der Gegenwart. Leipzig 1893.

Herkner, Prof. Dr. Heinrich: Die oberelsässische Baumwollindustrie und ihre Arbeiter. Heft IV der Abhandlungen aus dem staatswissenschaftlichen Seminar zu Straßburg.

Holz, Prof.: Über Wasserkraftverhältnisse in Skandinavien und im Alpengebiet. Zeitschrift für Bauwesen 1900/01.

Hoppe, Fritz: Wie stellt man Projekte, Kostenvoranschläge und Betriebskostenberechnungen für elektr. Licht- und Kraftanlagen auf? Darmstadt-Leipzig 1904.

Jahrbuch des schweizer. elektrotechn. Vereins. Jahrg. 1896—1905. Zürich.

Intze: Über die Wasserverhältnisse im Gebirge, deren Verbesserung und wirtschaftl. Ausnutzung. Hannover 1899.

Intze: Untersuchungen über die Nutzbarmachung von Wasserkräften für industrielle Zwecke des Massurischen Schiffahrtskanals. Berlin 1894.

Karmarsch: Geschichte der Technologie.

Kilchmann: Elektrizitätswerk. Engelberg-Luzern; Zürich 1906.

Kohlrausch, Dr. Frz.: Die Energie der Arbeit und die Anwendungen des elektr. Stromes. Leipzig 1900.

Lauterburg, Robert: Die schweiz. Wasserkräfte, eingeteilt in größere und kleinere Stromsektionen. Bern 1891.

Lotz, Prof. Dr.: Verkehrsentwicklung in Deutschland. 1800—1900. Leipzig—Berlin.

Lueger: Lexikon der gesamten Technik. Bd. VII Art.: „Wassermotoren."

Lux, Dr. H.: Die wirtschaftl. Bedeutung der Gas- und Elektrizitätswerke in Deutschland. Leipzig 1898.

Marr: Kosten der Betriebskraft. München—Berlin 1901.

Marx, Karl: „Das Kapital." Kritik der politischen Ökonomie. 3. Bd. Hamburg 1890.

Mattern, E.: Die Ausnutzung der Wasserkräfte; technische und wirtschaftliche Grundlagen, neuere Bestrebungen der Kulturländer. Leipzig 1906.

v. Mayr, Prof. Dr. G.: Grundriß zu Vorlesungen über prakt. Nationalökonomie. Tübingen 1900.

Menghius, C. M.: Tirols Wasserkräfte und deren Verwertung. Innsbruck 1900.

v. Miller, Dr. Oskar: Die Verwertung von Wasserkräften für elektrochemische Zwecke. Halle.

— —: Die Wasserkräfte am Nordabhang der Alpen. Berlin 1903.

Müller, Wilhelm: Wasserkraft. Elementare Einführung in den Bau und die Anwendung der Wasserräder u. Turbinen Hannover 1906.

Österr. Statistisches Handbuch: 13. Jahrg. Wien 1904.

Office de travail: Répartition des forces motrices à vapeur et hydrauliques en 1899. Paris 1901.

Offizieller Bericht über die internationale elektro-technische Ausstellung in Frankfurt a. M. 1891.

Pfleghardt, Rechtsanwalt: Die Rechtsverhältnisse der elektr. Unternehmungen. Zürich 1905.

Pringsheim, Dr. Otto: Landwirtschaftl. Manufaktur u. elektr. Landwirtschaft: Brauns Archiv für soz. Gesetzgebung und Statistik. XV. Bd. 1900.

Roscher, Wilhelm: System der Volkswirtschaft. 5. Bd. Stuttgart 1900.

Schär, Dr. Oskar: Die Verstaatlichung der schweiz. Wasserkräfte. Basel 1905.

Schmoller, Gustav: Grundriß der allgem. Volkswirtschaftslehre. Leipzig 1902.

Schweizerische Eisenbahn, Statistik für 1904. XXXII. Bd. Bern 1906.

— —, elektrotechnische Zeitschrift. 3. Jahrg. Zürich.

— —, Fabrikstatistik nach den Erhebungen des eidgenössischen Fabrikinspektionsamtes vom 5. Juni 1901. Bern 1902.

Schweizerisches Finanz-Jahrbuch 1906. Bern 1906.

Siemens u. Halske: Die Elektrizität in der Landwirtschaft. Berlin 1901.

Sinzheimer, Dr.: Über die Grenzen der Weiterbildung des fabrikmäßigen Großbetriebs. Stuttgart 1893.

Sombart, Werner: Der moderne Kapitalismus. Leipzig 1902.

— —: Die deutsche Volkswirtschaft im 19. Jahrhundert. Berlin 1903.

Statistik des Deutschen Reiches. Ergebnisse der deutschen Gewerbezählung vom 1. Dezember 1875. Berlin 1879.

Statistik des Deutschen Reiches. Ergebnisse der allgemeinen Berufsstatistik vom 5. Juni 1882. Berlin 1884.

Statistik des deutschen Reiches. Ergebnisse der Berufs- und Gewerbezählung vom 14. Juni 1895. Berlin 1897.

Störungen im deutschen Wirtschaftsleben während der Jahre 1900 ff. Leipzig 1903.

Tavernier: Les forces hydrauliques des Alpes. Mode d'utilisation Legislation. Annales des ponts et chaussées I. Partie. Paris 1900.

Thomann: Die Entwicklung des Turbinenbaues mit den Fortschritten der Elektrotechnik. Stuttgart 1901.

Verein der Textilindustriellen des Wiesentales und dessen Umgebung: Die Erstellung einer Wasserwerkanlage im Rhein bei August Wyhlen. Steinen 1905.

Verhandlungen und Beschlüsse des Industrierates. 7. Heft. Wien 1905.

Wangemann, Paul: Die Calciumcarbidindustrie. Eine kommerzielle Studie. Dresden 1904.

Wyßling, Prof. Dr.: Die Tarife schweiz. Elektrizitätswerke für den Verkauf elektr. Energie. Zürich 1904.

Zahn: Die Entwicklung der deutschen Textilindustrie, in Conrads Jahrbüchern für Nat.-Ökonomie 1898.

Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft, I. u. II. Jahrg. Düsseldorf.

Zoepfl, Dr. Gottfried: Wasserkraft. Berlin 1906.

— —: Nationalökonomie der techn. Betriebskraft. Jena 1903.

I. Abschnitt.

Geschichtlicher Rückblick.

Bieten die gewaltigen Wassermassen mit ihren tosenden Gefällen im Hochgebirge und ihrem majestätischen Lauf im Tiefland dem Naturfreund ein herrliches Schauspiel, so fordern sie andererseits den Techniker zum Nachdenken heraus. Die hier ungenutzt sich selbst verzehrende Naturkraft in nutzbare Arbeit umzuwandeln, das in regellosem Laufe dahinströmende Element zu bändigen, es Kulturzwecken dienstbar zu machen, ist sein Wunsch und der drängt sich ihm um so lebhafter auf, als die Mittel und Wege nunmehr geöffnet sind, die ihn zum Ziele zu führen geeignet sind. Die Fortschritte auf dem Gebiete der elektrischen Kraftübertragung, die vielseitige Verwendbarkeit der elektrischen Energie zu Arbeitsleistungen und nicht zuletzt die von Jahr zu Jahr steigenden Preise flüssiger Brennstoffe und namentlich der ungeheure Konsum von Kohlen weisen auf die Nutzbarmachung vorhandener Wasserkräfte hin. Die Kraftmengen, welche heute von Industrie, Schiffahrt, Eisenbahnen u. s. w. benötigt werden, zählen nach Millionen von Pferdestärken und in der Hauptsache kommen für die Deckung dieses ungeheuren Kraftbedarfes der Welt immer noch die Kohlen in Betracht, Vorräte, welche zwar enorm, aber nicht in unbegrenzter Menge vorhanden sind. Die Frage, wie lange die Kohlenvorräte der Erde noch ausreichen,

wurde verschieden beantwortet, Buckland glaubte 1830, daß sie noch 400 Jahre ausreichen werden, Armstrong berechnete 1863, daß die britischen Kohlenlager in 930 Jahren ausgebeutet seien, während Locè behauptet, daß die guten und billig zu fördernden Kohlen schon zwischen 1950 und 1960 verbraucht sein werden. Nasse schätzt, daß die Kohlenvorräte in Preußen in 785 Jahren, von Frankreich in 500 Jahren und von den Vereinigten Staaten in 650 Jahren erschöpft sein werden.

Wohl wurden in China neuerdings große Kohlenlager erschlossen, auch kommt in Betracht, daß in der Ausnützung der Kohle bei Kraftmaschinen noch vieles verbessert werden kann, aber all dem steht der von Jahr zu Jahr ins Ungeheuerliche wachsende Verbrauch an Kohlen und die Preissteigerung durch die Kartelle*) entgegen; ein Ersatz für letztere durch Ausnützung der Wasser-

*) Der Mangel gesetzlicher Bestimmungen gegen den Mißbrauch von Mutungsrechten hat gerade bei uns in Deutschland eine förmliche Industrie geschaffen, nämlich das Ansammeln von Mutungsrechten ohne die Absicht, dieselben je einmal auszunützen, durch bestimmte Spekulanten oder Interessengruppen. Trotzdem jetzt noch kein Bedarf an weiteren Kohlenbergwerken ist, da die vorhandenen Werke, auch wenn sie die Produktion noch bedeutend ausdehnen würden, der Nachfrage von heute und noch auf Jahre hinaus genügen könnten, sind die noch nicht benutzten Kohlenlager bereits vergeben und zwar in einem Umfange, daß in Westfalen, dem Hauptfundorte und dem Hauptkonsumgebiete, ebenso in Oberschlesien das unterirdische Kohlenlager so gut wie aufgeteilt. Diese Mutungsrechte sind reine Spekulationsobjekte geworden, deren Wert ausschließlich darauf beruht, entweder daß die Spekulanten die bestehenden Betriebe, die sich Konkurrenz vom Halse halten wollen, zum Ankauf dieser Rechte zwingen, oder daß kalkuliert wird, bei dem steigenden Bedarfe an Kohlen werden die späteren Generationen gezwungen sein, diese Kohlenreserven in Angriff zu nehmen. Mit welchem Erfolge diese Spekulation arbeitet, geht daraus hervor, daß Felder, auf denen noch nie ein Zentner Kohlen gefunden wurde, zu Millionenpreisen gehandelt werden. Schär a. a. O.

kräfte kann deshalb nicht lebhaft genug begrüßt werden, namentlich in kohlenarmen Ländern, wie Schweiz und Italien, Schweden und Norwegen. Ein kleines Land wie die Schweiz zahlt z. B. 70 Millionen Frs. pro Jahr für Kohlen an das Ausland, Grund genug, um den Staat, den Industriellen und in deren Diensten den Techniker auf die Ausnützung eines anderen Betriebselementes, nämlich der Wasserkraft hinzuweisen.

Wir stehen gegenwärtig inmitten dieser Bewegung. Wassergesetzvorlagen und Wasserrechtsinitiativen der Jetztzeit beweisen, welch regen Anteil die zunächst berufene Stelle daran nimmt und in der Tagespresse wird die Wasserkraftfrage mit sichtlichem Eifer erörtert.

Dabei wäre es irrig, wollte man das Verdienst, auf die Wasserkraft aufmerksam gemacht zu haben, der Neuzeit zugute rechnen; schon im frühesten Altertum begegnen wir dem Wasserrad als Bewegungsmaschine. Es dürfte mit Rücksicht auf den Zweck unserer Darstellung nicht uninteressant sein, einen kurzen geschichtlichen Ueberblick über den Entwicklungsgang der Wasserkraftmaschinen folgen zu lassen:

Sobald der Mensch anfängt, seßhaft zu werden und den Boden zu bebauen, tritt die Notwendigkeit an ihn heran, denselben zu bewässern und das geschah schon in der ältesten Zeit mit den sog. Wasserschöpfrädern *). Es sind dies Wasserräder, welche durch den strömenden Fluß bewegt werden (= unterschlächtige) und an deren Rädern Schöpfzellen befestigt sind. Die in China heute noch üblichen Schöpfräder gießen das beim Eintauchen der Kübel geschöpfte Wasser in einen weiten Trog, aus welchem eine Rinne ans Land führt. Diese Schöpfräder fanden

*) Beck: Geschichte des Eisens. 1884.

dann später ihre Verbreitung durch die Araber und heute noch finden wir sie weit verbreitet in Spanien unter dem Namen Noria.

Erst viel später begann der Mensch, die Wasserkraft als Unterstützung der Tier- und Menschenkraft auch für gewerbliche Zwecke zu verwenden und da waren es namentlich die Getreidemühlen, die sich des fließenden Elementes als motorischer Kraft bedienten. Die ältesten Belege hiefür haben wir aus China, nach welchen es in dem dortigen Gebirgsland Wassermühlen gegeben haben soll, während im Flachland alle Arbeit, auch das Kornmahlen nur durch menschliche und tierische Arbeitskraft bewirkt wurde. Die Wassermühle tritt uns dann bei Mithridates wieder entgegen. Strabo erzählt, daß sich neben der Residenz des Mithridates in Cappadocien eine Wassermühle befunden habe. Nach dem Feldzuge Julius Cäsar's gegen Mithridates solle die Wassermühle Eingang in Italien gefunden haben. Gewiß ist, daß sie zur Zeit des Augustus bei den Römern verwendet wurden, denn dafür haben wir in den Schriften des Antipater aus Tessalonich, einem Zeitgenossen des Kaisers, die Beweise*). Auch Vitruv liefert uns ausführliche Beschreibungen über die Anwendung der ersten Wasserkraft in Rom*), wie uns auch Julius Pomponius Laetus einiges darüber berichtet. Die Mühlen Roms waren unterschlächtig und standen in den Kanälen, sie verdrängten indessen die Hand- und Eselsmühlen nicht,

*) Bruchus anal. 2: Antipater redet die Mühlensklavinnen also an: Höret auf, Euch zu bemühen, ihr Mädchen, die ihr an den Mühlen arbeitet; jetzt schlaft und laßt die Vögel der Morgenröte entgegensingen, denn Ceres hat den Nayaden befohlen, Eure Arbeit zu verrichten. Diese gehorchen, werfen sich auf die Räder, treiben mächtig die Wellen und durch diese die schwere Mühle.

welche in den Häusern verwendet wurden, sondern sie wurden vielmehr für öffentliche Zwecke, namentlich für die Bedürfnisse der Legionen betrieben.

In Deutschland wurden die Mühlen durch die Römer eingeführt. Schon im 4. Jahrhundert werden Mahl- und Marmormühlen an der Mosel erwähnt *). Die Holzsägemühlen, die einen viel komplizierteren Mechanismus erfordern, sind viel später, wahrscheinlich erst im 14. Jahrhundert erfunden worden. Die ältesten Nachrichten von Holzsägemühlen stammen aus Augsburg. In dem dortigen Bürgerbuche wird bei dem Jahre 1438 der Name eines Bürgers: „dictus Giss Sägemüller" aufgeführt und in den dortigen Bauamtsrechnungen kommt bereits 1322 ein Ausgabeposten unter folgender Rubrik: „Molitori dicte Hanrey pro asseribus et swaertlingis" (Beck l. c.).

Die motorische Kraft des Wassers findet indessen auch in anderen Gewerbszweigen Eingang. Eine der ältesten Unterarten der Wassermühlen ist die Walk-Mühle [walcmule, walkamohle, walkmole]. Das Walken der Tuche besorgten im Altertum und im Mittelalter noch die Füße der Walker. Daneben finden sich außer den bereits genannten Säg- und Getreidemühlen noch die verschiedensten Arten von Mühlen, es genügt uns aber, auf die genannten hingewiesen zu haben.

Der Gebrauch der Sägemühlen namentlich verbreitete sich rasch, sie waren im 15. Jahrhundert schon allgemein üblich; so ließ z. B. der Infant Heinrich im Jahre 1420 auf der neu entdeckten Insel Madeira Sägemühlen anlegen, welche von Wasser getrieben wurden.

Mit der Bildung des Großbetriebes in einzelnen Gewerbszweigen geht die Ausnutzung der Wasserkräfte parallel. Im Kleinbetriebe, dem Handwerk, ist,

*) Vitruv: lib. X, Kap. 5.

wie schon der Name sagt, der Handwerker es selbst, welcher Motor und Arbeitsmaschine in sich vereinigt. Der Großbetireb bringt dagegen die Arbeitsteilung, ein Teil der Arbeiter versieht die Arbeitsmaschine. Gar bald werden diese durch Tiere abgelöst, Göppelwerke mit Pferden und Eseln traten an ihre Stelle und an deren Stelle traten die Wasserräder. So gab es bereits 1341 in Bologna große Spinnereien, die durch Wasserkräfte betrieben wurden und die einen Produktionseffekt von 4000 Spinnerinnen hatten (Beck l. c.).

Aber auch die Montanindustrie, welche unter dem Einflusse der zunehmenden kapitalistischen Organisation zum Großbetriebe drängte, fing an, sich anderer Betriebskräfte als animalischer zu bedienen und hier war es, wo die Wasserkraft durch ihre Verwendung ebenso große Umwälzungen im Mittelalter hervorrief als solche durch Einführung der Dampfkraft im 18. Jahrhundert entstanden sind. Zu Anfang des 15. Jahrhunderts fing man an, die Wasserkraft zur Bewegung der Blasbälge zu benutzen und der mit der Reorganisation des Heerwesens gesteigerte Bedarf an Waffen veranlaßt viele Walzschmiede zu Anfang des 15. Jahrhunderts, ihre Schmelzhütten und Schmieden an die Flüsse zu verlegen. Da trat nun eine eigentümliche Erscheinung ein: Man hatte kein Maß und keine Erfahrungen über die Leistungen der Wasserkräfte und so geschah es, daß man zu viel und zu stark gepreßten Wind in die alten Öfen einblies. Die Folge davon war, daß Roheisenbildung eintrat, weil die Temperatur in hohem Maße gesteigert wurde und man statt der Luppe flüssiges Eisen erhielt, welches wie die Schlacke abfloß. So kam man zur Roheisendarstellung und die Hochöfen wurden nun tunlichst dahin verlegt, wo Wasserkraft zur Verfügung stand.

Die ältesten Hochöfen, von denen wir urkundliche Kenntnis haben, wurden im Siegerland errichtet und dort gibt es bereits 1443 gesetzliche Bestimmungen über die Eisenhütten und Hammerbetriebe mit Wasserrädern*). Auch in Steiermark wurden die ersten Hochöfen mit Wasserbetrieb gegen Mitte des 15. Jahrhunderts errichtet, man nannte diese Hütten „Radwerke" und die Besitzer „Radgewerken".

Eine andere Verwendung der Wasserkräfte finden wir in den Bergwerken, wo sie zum Betriebe der Wasserpumpen dienen.

Ferner werden sie im Mittelalter besonders in der Metallurgie zum Betriebe von Hämmern und Pochwerken verwendet. Mit diesen zusammen hängt der Drahtzug: Die Verwendung der Wasserräder zum Ziehen des Drahtes wurde in der ersten Hälfte des 14. Jahrhunderts von dem Nürnberger „(Rudolph)" Rudollph zuerst durchgeführt. Dieser hielt seine Erfindung sehr geheim, so daß der Drahtzug mit Wasserrädern erst später allgemeinere Verbreitung finden konnte. Die menschliche Beihilfe war zu dieser Maschine noch in hohem Maße erforderlich; selbständig arbeitende Maschinen kamen 1447 in Breslau, 1506 in Zwickau auf. 1590 legte in England ein Deutscher namens Gottfried Bex eine Drahtmühle an.

Im 17. Jahrhundert bildet sich infolge der Anwendung der Wasserräder in der Hand kapitalkräftiger Unter-

*) Die Verordnung heißt: „Ein Weistum, wie es mit dem Schmelzen und Mahlen zu halten, wenn 2 Hütten und Mühlen in einen Graben gehen" und bestimmt, daß wenn es einem Rade am Wasser gebricht, sodann Hütte und Mühle nicht zugleich gehen können, die Inhaber beider Werke dann losen sollen. (Becker: Mineral. Beschreibung der Nassau-Cramischen Lande, Marburg 1789.)

nehmer ein selbständiger Betrieb in der Eisenindustrie heraus. Bisher hatten die Schmiede sich ihren Stahl selbst gehämmert, jetzt beginnen einige kapitalkräftigere Waffen- und Kunstschmiede der Städte ihren Stahl von den an den Flüssen und Bächen gelegenen Rechhämmern zu beziehen und hämmern diesen nur noch zu Waffen oder Beschlägen aus. Auch die aus dem 17. Jahrhundert datierende Nägelfabrikation verdankt ihre Entstehung der Wasserkraft *).

Bis ins 19. Jahrhundert blieb das Wasser die wichtigste Triebkraft und hat besonders durch die zunehmende Entwicklung der Großbetriebe mit Maschinen an Bedeutung sehr gewonnen. Man wandte deshalb der Hydrostatistik und Hydrodynamik eine besondere Aufmerksamkeit zu. Obgleich aber die Wasserkräfte im allgemeinen Gebrauch standen, so dachte man doch zu Anfang des 18. Jahrhunderts noch nicht an eine wissenschaftliche Untersuchung der Wasserkräfte.

Als man aber gegen Mitte des 18. Jahrhunderts aus diesem rein empirischen Verfahren dazu überging, bei Anwendung der Naturkräfte wissenschaftlich zu verfahren, da war der Wendepunkt eingetreten, man kam auf den richtigen Weg und bald auch zu brauchbaren Resultaten; man erkannte, daß dieselbe Wassermenge bei demselben Gefälle eine viel größere Leistung ausübt, wenn sie durch ihr Gewicht anstatt durch den Stoß wirkt, daß also oberschlächtige Wasserräder den unterschlächtigen vorzuziehen seien. Da aber unterschlächtige Räder die Vorteile größter Einfachheit, größter Umdrehungsgeschwindigkeit und geringerer Größe für die gleiche Leistung gegenüber den oberschlächtigen Rädern haben, so war man

*) Beckmann: Technologie.

eifrig bemüht, unterschlächtige Räder so zu konstruieren, daß das Wasser möglichst ohne Stoß, vorwiegend durch Druck wirkte. Erst 1825 gelang dies dem Franzosen Poncelet, welcher ganz neue Prinzipien in die Wasserbaukunst brachte. Die Konstruktion der Wasserräder, um die sich unter den damaligen deutschen Ingenieuren namentlich Weisbach und Redtenbacher verdient machten, ward nunmehr auf wissenschaftliche Basis gestellt. Neben den vervollkommneten Rädern treten nunmehr die Turbinen auf. Der Baseler Gelehrte Bernoulli wies 1738 die Reaktionswirkung eines Wasserstrahles nach und Segner benutzte diese Theorie zur Konstruktion seines Reaktionsrades. 1820 konstruierten die französischen Ingenieure Burdin, Poncelet und Fournayron Turbinen; 1837 wurde ein neues System von Henschel & Sohn in Kassel erfunden, nämlich die sog. Axialturbinen, bei welchen das Wasser die Turbine in der Richtung der Achse durchfließt.

Es würde über den Rahmen unserer Aufgabe hinausgehen, wollten wir den technischen Entwicklungsgang der Turbine eingehender verfolgen. Uns genügt, auf die Entstehungsgeschichte derselben hingewiesen zu haben; überdies blieb der Turbinenbau in Europa prinzipiell fast auf derselben Stufe stehen bis zu Anfang der 90er Jahre des vorigen Jahrhunderts. Wohl tauchten hin und wieder konstruktive Verbesserungen auf, doch vermochten dieselben keine durchgreifenden Aenderungen herbeizuführen, weil kein dringendes Bedürfnis dazu vorlag. Es war eben die Abhängigkeit von den örtlichen Verhältnissen, welche die bessere Ausnützung der Wasserkraft hinderte und der Konkurrentin derselben, der Dampfkraft, eine größere Überlegenheit sicherte.

Es wäre nicht zu weit gegangen, wenn man behaup-

ten wollte, die Wasserkraft wäre in Anbetracht dieses schwerwiegenden Nachteils im Wettkampf mit der Dampfkraft nicht bloß weit zurückgeblieben, sondern schließlich als Betriebselement zur praktischen Unfruchtbarkeit herabgesunken, wäre nicht ein plötzlicher Wendepunkt Ende des 19. Jahrhunderts eingetreten; die Elektrotechnik hat sich ihrer wieder mit gesteigertem Interesse angenommen.

Im Jahre 1881 wurde durch die zu jener Zeit eröffnete erste elektrische Ausstellung zu Paris der Ausgangspunkt einer neuen wichtigen Industrie geschaffen*). Was bis zur Pariser Weltausstellung von Gelehrten und von speziellen Fachleuten auf dem Gebiete der Elektrizität erdacht und geschaffen war, was bis zu jener Zeit nur in den engsten Fachkreisen bekannt und gewürdigt war, wurde im Jahre 1881 zum ersten Male der ganzen Welt vor Augen geführt. In der Pariser Ausstellung hat sich erfüllt, was Siemens, der weitblickende Begründer der Elektrotechnik, bei Vorführung der im Jahre 1866 erfundenen Dynamomaschine verkündete: „Der Technik sind nunmehr die Mittel gegeben, elektrische Ströme von unbegrenzter Stärke auf billige und bequeme Weise überall da zu erzeugen, wo Arbeitskräfte disponibel sind.“ Siemens hatte mit seinem genialen Konstrukteur Hefner-Alteneck elektrische Maschinen bis zu 20 P.S. gebaut und in Paris aufgestellt. Schnell verbreitete sich die Kunde von all dem Großen, das in Paris zu sehen war, von den Umwälzungen, die die neue Industrie voraussichtlich in die ganze Technik bringen werde und schon 1882 organisierte Dr. Oskar v. Miller unter dem Vorsitz von Prof.

*) Nach einem Vortrage von Dr. Oskar v. Müller über das Thema: „Erinnerungen zur Geschichte der Elektrotechnik.“ cf. Frankfurter Zeitung 1906. Nr. 156 u. 157.

v. Beez die erste deutsche elektrische Ausstellung in München. Das wichtigste Ergebnis war die von Schuckert ausgeführte elektrische Kraftübertragung für Dreschmaschinen von der Hirschau bis zum Glaspalaste und besonders die Kraftübertragung von Miesbach nach München, die Marcel Deprez zur Ausführung brachte. Dieser unermüdliche Vorkämpfer der elektrischen Kraftübertragung hatte schon während der Pariser Ausstellung trotz heftigen Widerspruchs den Grundsatz vertreten, daß man Kräfte mit großem Nutzeffekt auf beliebig weite Entfernungen mittels beliebig dünner Drähte übertragen könne, wenn nur die Spannung des elektrischen Stromes genügend hoch gewählt werde. Das wirtschaftliche Ergebnis bei dem Münchner Versuche war allerdings noch sehr mangelhaft, aber es war schon ungeheuer viel damit gewonnen.

Die erste elektrische Zentrale der Welt hatte Edison in New-York schon zur Zeit der Pariser Weltausstellung angelegt; die erste elektrische Zentrale in Europa erstand 1883 in Mailand unter Prof. Colombas Leitung.

Ein heftiger Streit entwickelte sich in der folgenden Zeit zwischen den Anhängern des Wechselstromes und denjenigen des Gleichstromes* und eine lähmende Un-

---

*) Ein elektr. Strom, der den elektr. Leiter in stets wechselnder Richtung derartig durchläuft, daß er von einem Werte O beginnend an Stärke allmählich zunimmt, einen Maximalwert erreicht, dann langsam wieder abnimmt bis zum Werte O, hierauf seine Stromrichtung umgekehrt und nun im entgegengesetzten Sinne den Stromkreis durchlaufend wieder zu einem Maximalwert ansteigt und wieder auf O fällt u. s. w. heißt Wechselstrom.

Für eine große Reihe von Anwendungsformen sind diese Ströme aber so nicht zu gebrauchen, müssen vielmehr bei Erzeugung des Stromes in Induktionsmaschinen durch einen besonderen Apparat, den Kommutator oder Kollektor in gleich gerichtete oder, wie man auch sagt, Gleichströme

sicherheit hatte die Städteverwaltungen ergriffen, die nicht wußten, ob sie bei der Errichtung der so dringend gewünschten Elektrizitätswerke der einen oder der anderen Partei mehr Glauben schenken sollten.

Besonders heftig war der Kampf zwischen Gleichstrom und Wechselstrom in Frankfurt a. M., als dort ein Elektrizitätswerk errichtet werden sollte. Da kam Ludwig Sonnemann auf die glückliche Idee, den Frankfurtern statt aller Gutachten die streitenden Systeme selbst vorzuführen, welcher Gedanke allgemeinen Anklang fand.

Die elektrische Energieübertragung auf große Entfernungen zur Ausstellung wurde von 3 Orten aus bewirkt:

1. Von der Station im Palmengarten, welcher 3,5 Kilom. weit entfernt war, zum Teil in hochgespanntem Gleichstrom, zum Teil in mehrphasigem Wechselstrom mit Transformatoren. Diese letztere Anlage von Schuckert & Cie. in Nürnberg sollte das Modell einer zentralen Kraft- und Lichtverteilung darstellen und zwar für den Fall, daß eine Wasserkraft zu verwerten ist, welche außerhalb des Versorgungsgebietes liegt. Es erweist sich als empfehlenswert, um nicht zu allen Abnehmern hin Leitungen ziehen zu müssen, im Zentrum der Konsumstelle eine Zentrale zu errichten, dorthin die ganze Kraft zu leiten und von dort aus die Verteilung der Energie vorzunehmen.

2. Von Offenbach (10 Kilom.) zur Ausstellung. Mit dieser Energieübertragung sollte gezeigt werden, welch große Gebiete man mit Gleichstrom beherrschen kann und welche Vorteile der Drehstrom zur Übertragung und Um-

verwandelt werden; man unterscheidet demnach Maschinen mit Kommutatoren oder Gleichstrommaschinen oder ohne Kommutatoren oder Wechselstrommaschinen.

formung desselben in Gleichstrom zur Verwendung der Energie hat.

3. Die dritte und bedeutendste Kraftübertragung war aber die von Lauffen a. Nekar nach Frankfurt a. M. Es sollte damit der Versuch gemacht werden mit der Übertragung einer großen Energiemenge auf eine große Distanz.

Der Bericht hiervon lautete: Der elektrische Betrieb mit Wechselstrom von 8500—7500 Volt. Spannung mittelst Öl, Porzellan und Luft isolierten Leitungen von mehr als 100 Kilom. Länge verläuft ebenso gleichmäßig, sicher, störungsfrei, wie der Betrieb mit Wechselstrom von einigen hundert Volt Spannung in der Leitung von der Länge einiger Meter.

Der Erfolg dieser Nachricht war ein großer; aus Tirol, aus Siebenbürgen, aus der Schweiz, aus England und Frankreich kamen Deputierte, die sich vergewissern wollten, ob nun wirklich Kräfte, die bisher in ihren Ländern nutzlos verloren gingen, nach den Städten übertragen und dort zu Licht und Kraft verwendet werden könnten. Namentlich in Amerika hatte man mit größtem Interesse auf den Ausgang dieses Versuches gewartet. Das beste Bild von der durch die Frankfurter Ausstellung begünstigten Entwicklung der Elektrotechnik gibt die Tatsache, daß die elektrotechnische Industrie damals 15 000, heute über 100 000 Personen beschäftigt.

Mit einem Schlage war nun die Bedeutung der Wasserkräfte eine ganz andere geworden. War die Wasserkraft bis jetzt durch die Dampfkraft in den Hintergrund gedrängt worden, so begann man jetzt in allen Ländern, wo Wasserkräfte zur Verfügung stehen, ihr erneute Aufmerksamkeit zuzuwenden. Gar bald gestaltete sich unter diesen Umständen die Krafterzeugung zu einer besonderen

Industrie. Früher hatte man eine Dampf- oder Wasserkraftanlage stets nur geschaffen, um den bestimmten Kraftbedarf eines schon vorhandenen oder gleichzeitig anzulegenden Betriebes zu decken. Heute aber baut man Werke, die lediglich den Zweck haben, Betriebskraft zu erzeugen, um sie in beliebiger Menge an beliebig viele Abnehmer in der Form von elektrischer Energie zu verkaufen. Es ist ja hinlänglich bekannt, wie diese Industrie der „Kraftfabrikation" im verflossenen Jahrzehnt aus kleinen Anfängen einen gewaltigen Aufschwung genommen hat und wie hoch ihr Nutzen allgemein geschätzt wird. Heute werden Wasserkräfte, welche in unwirtlichen Berggegenden zur Verfügung stehen, ausgenützt und die gewonnene Energie in die Industriezentren geleitet, heute erfolgt die gewerbliche Verwertung der Wasserkräfte nicht mehr dort, wo die Krafterzeugung stattfindet, sondern dort, wo der Kraftbedarf vorliegt!

In Kürze schon wurde von dieser epochemachenden Kraftübertragung überraschender Gebrauch gemacht. Die größte Entfernung einer elektrischen Kraftübertragung besitzt heute das Werk de Sabla an der Westküste von Nordamerika; Wasserkraft und Energieverbauch sind 605 Kilom. voneinander abgelegen! Dieser gewaltige Erfolg hat an der dortigen Seeküste zur Erbauung einer Reihe anderer Werke geführt, wie die folgende Tabelle (1) zeigt.

Afrika scheint allerdings das bisher von Amerika Geleistete noch überbieten zu wollen; es plant folgende elektrische Anlage: Die Sambesifälle sollen zum Betriebe der Randmienen in Natal und Transvaal auf Entfernungen von 1200 Kilom. nutzbar gemacht werden. Diese Fälle sind 100 Mtr. hoch, ihre Leistung wird auf 500000 P.S. geschätzt, von denen etwa 150000 ausgenutzt

Elektrische Kraftübertragungsanlagen in Kalifornien[1]).

Name	Jahr der Errichtung	K. W.	P. S. 1 P. S. = 0,736 K. W.	Gefälle m	Übertragung km	Spannung Volt	Bemerkungen
San Joaquin . .	1896	1360	—	424	110	19 500	Die Anlage umfaßt 20 Staubecken im Hochgebirge und 730 km Zuleitungsgerinne und Kanäle.
Newcastle	1896	—	1000 bezw. 680	136 bezw. 66	55	15 000	
Santa Ana . . .	1899	6000	—	220	133	33 000	
Mount Whitney .	1899	1350	—	390	67	17 300	
Truckee-Fluß . . .	1900	—	2000	25	53	22 000	
Colgate	1901	9450	—	210	224	40 000	
Volta	1901	—	3000	361	159	22 000	Kupferminen und Städteversorgung.
Elektra	1902	10000	—	440	246	55 000	Die Kraft wird nach S. Francisko geleitet.
Kleiner Bear-Fluß	1902	1000	—	198	98	16 000	1600 m lange Druckleitung und Ausgleichweiher von 60000 cm.
Mill Creek Nr. 3 .	1903	—	1500	588	120	33 000	
De. Sabla	nach 1900	9000	—	468	605	60 000	
American-Fluß . .	1904	3000	—	173	128	60 000	
Kilarce	1904	—	7500	360	200	22 500	11 km lange Zuleitung in offenen Gerinnen.
Kern-Fluß . . . . Los Angeles	nach 1900	—	30000	72 bis 390 im ganzen 1800	186	66 000	Vereinigt mit den Santa-Ana u. Mill Creek Anlagen. Die Gesamtanlage der Edison Elektric Co. zu Los Angeles umfaßt 7 Bezirke. Es sind z. B. 4 Wasserkraftwerke u. 3 Dampfanlagen vorhanden. 3 Wasserkraftwerke gehen der Fertigstellung entgegen, 7 weitere sind geplant. Mehr als 20 Städte u. Gemeinden werden mit Licht u. Kraft versorgt. Verteilungsnetz 960 km lang. (Eng. Rec. 1905.)

[1]) Journal of the Association of Engineering Societis. März 1905.

Industrie. Früher hatte man eine Dampf- oder Wasserkraftanlage stets nur geschaffen, um den bestimmten Kraftbedarf eines schon vorhandenen oder gleichzeitig anzulegenden Betriebes zu decken. Heute aber baut man Werke, die lediglich den Zweck haben, Betriebskraft zu erzeugen, um sie in beliebiger Menge an beliebig viele Abnehmer in der Form von elektrischer Energie zu verkaufen. Es ist ja hinlänglich bekannt, wie diese Industrie der „Kraftfabrikation" im verflossenen Jahrzehnt aus kleinen Anfängen einen gewaltigen Aufschwung genommen hat und wie hoch ihr Nutzen allgemein geschätzt wird. Heute werden Wasserkräfte, welche in unwirtlichen Berggegenden zur Verfügung stehen, ausgenützt und die gewonnene Energie in die Industriezentren geleitet, heute erfolgt die gewerbliche Verwertung der Wasserkräfte nicht mehr dort, wo die Krafterzeugung stattfindet, sondern dort, wo der Kraftbedarf vorliegt!

In Kürze schon wurde von dieser epochemachenden Kraftübertragung überraschender Gebrauch gemacht. Die größte Entfernung einer elektrischen Kraftübertragung besitzt heute das Werk de Sabla an der Westküste von Nordamerika; Wasserkraft und Energieverbauch sind 605 Kilom. voneinander abgelegen! Dieser gewaltige Erfolg hat an der dortigen Seeküste zur Erbauung einer Reihe anderer Werke geführt, wie die folgende Tabelle (1) zeigt.

Afrika scheint allerdings das bisher von Amerika Geleistete noch überbieten zu wollen; es plant folgende elektrische Anlage: Die Sambesifälle sollen zum Betriebe der Randmienen in Natal und Transvaal auf Entfernungen von 1200 Kilom. nutzbar gemacht werden. Diese Fälle sind 100 Mtr. hoch, ihre Leistung wird auf 500000 P.S. geschätzt, von denen etwa 150000 ausgenutzt

Elektrische Kraftübertragungsanlagen in Kalifornien[1]).

Name	Jahr der Errichtung	K. W.	P. S. 1 P.S.=0,736 K. W.	Gefälle m	Übertragung km	Spannung Volt	Bemerkungen
San Joaquin . .	1896	1360	—	424	110	19 500	Die Anlage umfaßt 20 Staubecken im Hochgebirge und 730 km Zuleitungsgerinne und Kanäle.
Newcastle	1896	—	1000 bezw. 680	136 bezw. 66	55	15 000	
Santa Ana . . .	1899	6000	—	220	133	33 000	
Mount Whitney .	1899	1350	—	390	67	17 300	
Truckee-Fluß . . .	1900	—	2000	25	53	22 000	
Colgate	1901	9450	—	210	224	40 000	
Volta	1901	—	3000	361	159	22 000	Kupferminen und Städteversorgung.
Elektra	1902	10000	—	440	246	55 000	Die Kraft wird nach S. Francisko geleitet.
Kleiner Bear-Fluß	1902	1000	—	198	98	16 000	1600 m lange Druckleitung und Ausgleichweiher von 60000 cm.
Mill Creek Nr. 3 .	1903	—	1500	588	120	33 000	
De. Sabla	nach 1900	9000	—	468	605	60 000	
American-Fluß . .	1904	3000	—	173	128	60 000	
Kilarce	1904	—	7500	360	200	22 500	11 km lange Zuleitung in offenen Gerinnen.
Kern-Fluß . . . . Los Angeles	nach 1900	—	30000	72 bis 390 im ganzen 1800	186	66 000	Vereinigt mit den Santa-Ana u. Mill Creek Anlagen. Die Gesamtanlage der Edison Elektric Co. zu Los Angeles umfaßt 7 Bezirke. Es sind z. B. 4 Wasserkraftwerke u. 3 Dampfanlagen vorhanden. 3 Wasserkraftwerke gehen der Fertigstellung entgegen, 7 weitere sind geplant. Mehr als 20 Städte u. Gemeinden werden mit Licht u. Kraft versorgt. Verteilungsnetz 960 km lang. (Eng. Rec. 1905.)

[1]) Journal of the Association of Engineering Societis. März 1905.

werden sollen. Vorerst ist, da man diese äußerste Grenze erst nach und nach zu erreichen hofft, eine Anlage von 20000 P.S. in Aussicht genommen.

Die ökonomische Grenze dieser elektrischen Kraftübertragung, das ist eine Grenze, die man nicht überschreiten dürfe, wenn man den Wettbewerb der Wasserkraft mit der Wärmekraft erfolgreich durchführen wolle, kann anbetracht der vielen hier mitspielenden Faktoren nicht einheitlich bestimmt werden. Wasserkraftanlagen in einer Entfernung, wie sie z. B. in Afrika geplant oder in Amerika bereits angelegt sind, werden nur da erstehen, wo Mangel an nutzbaren Gewässern und an Kohlen dazu drängen. So haben wir in Europa in dem kohlenarmen Italien und in Frankreich ansehnliche Übertragungsweiten (Tabelle), in Deutschland mindert sich die wirtschaftlich zulässige Entfernung auf vielleicht 40—50 Kilom. herab.

Diese Frage der Wirtschaftlichkeit von elektrischen Kraftübertragungsanlagen hinsichtlich der Länge der Fernleitung, der Leistung und der Betriebsspannung werden wir an späterer Stelle noch eingehender zu prüfen haben, hier wollen wir nur auf die theoretischen Gegensätze, die bei Würdigung dieser Frage auftreten, kurz ins Auge fassen.

Ryan gelangt zu dem Schlusse, daß für die Grenze der Übertragungsweite die Größe der Energieverluste auf der Fernleitung maßgebend sind, während Mershon zeigt, daß das Maximum der Übertragungsweite durch den Preis des Leitungskupfers bestimmt wird. Bei Prüfung dieser Frage, so sagt Mershon, kommen namentlich zwei Momente in Betracht: Die Selbstkosten der Einheit der elektrischen Energie im Kraftwerk und der dafür erzielte Verkaufspreis in der Unterstation, d. h. am entgegengesetzten

Tabelle 2.

Neuere elektrische Kraftübertragungen von Wasserkräften[1]).

Jahr	Von	Nach	Land	Entfernung km	Kraftleistung P. S.	Übergangsspannung am Ende Volt
1897	Crofton	—	Kalifornien	—	—	33000
1897	Redlands	—	"	—	—	33000
—	—	Bangalore	Indien	147	4300	35000
1898	Proov	—	Utah	51	—	40000
—	Gromo	Nembro	Lombardei	35	3300	40000
—	Logan	Salt. Lahe City	Utah	240	2600	40000
—	Canyon Ferry	Butte	Missouri	112	5700	50000
—	Sawinigan	Montreal	Canada	144	15000	50000
—	Montiers	Lyon	Frankreich	180	6000	57000
—	Spokane	Washington	—	160	3000	60000
—	—	Quanaquato	Mexiko	167	4000	60000
—	Electra	San Francisko	Kalifornien	235	10000	60000
—	Colegate	Stockton	"	346	5000	60000

[1]) E. Mattern, Die Ausnutzung. Wasserkräfte S. 99.

Ende der Fernleitung. Die Differenz dieser beiden Zahlen muß die Kosten der Kraftübertragung und den Profit decken. Seine näheren Ausführungen, die naturgemäß auf der heutzutage verwendeten Art der Kraftübertragung basieren, führen zu dem Ergebnis, daß man in nicht allzu ferner Zeit mit Leistungen von 200 000—300 000 K. W. wird rechnen können, mit welchem man bei derartigen Anlagen wohl rechnen müsse. Die Übertragungsweite etwa 820—1000 Kilom. betrage, für die nächste Zukunft also der Wirkungsradius derartiger großer Werke zu etwa 900 Kilom. an Maximum anzunehmen sei.

Die Fortschritte, welche die Technik auf dem Gebiete der Wasserkraftausnutzung in neuerer Zeit gemacht hat, werden uns am ersichtlichsten, wenn wir uns kurz umsehen in den Betrieben jener Fabriken, welche die zur Ausnutzung der Wasserkraft erforderlichen Maschinen liefern. So gibt z. B. die Firma Escher Wyß & Cie., Aktiengesellschaft in Zürich und Ravensburg, eine der größten Turbinenfabriken, über ihre Produktion folgenden Aufschluß:

Die gesamte Anzahl der gelieferten Turbinen betrug im Jahre

1845	12	Stück
1870	29	„
1880	72	„
1890	100	„
1901	169	„
1904	175	„

Gleichzeitig hat aber auch die Technik im Turbinenbau gewaltige Fortschritte gemacht. Das beweisen folgende Zahlen:

Jahr:	Durchschnittsleistung:
1845	**19,1** P.S.
1870	69,6 „
1889	104,4 „
1895	133,9 „
1900	311,4 „
1902	550,1 „
1903	**743,7** „

Die von der genannten Firma bis 1904 gelieferten 37 000 Turbinen mit einer totalen Kraft von ca. 700 000 P.S. verteilen sich auf die nachbezeichneten Länder folgendermaßen. (Tabelle.)

Gleichen Schritt hat damit die Herstellung elektrischer Maschinen für hydro-elektrischer Anlagen gehalten, wie die folgende Zusammenstellung der Firma Brown Boveri & Cie., A.-G. in Baden (Schweiz) zeigt.

Wer unter den entwickelten Gesichtspunkten diesen neuen Industriezweig der Wasserkraftausnutzung prüft und beurteilt, wird die Überzeugung gewinnen, daß demselben eine weitgehende nicht genug beachtete Bedeutung zukommt. So begrüßenswert es deshalb sein mag, wenn die Öffentlichkeit heute lebhaft die Wasserkraftfrage erörtert und sich Großes von einer rationellen Ausbeutung dieses Naturgeschenkes erwartet, so wird doch der Nationalökonom mit seinem Urteile etwas zurückhaltender sein und einer Auffassung, wonach von der Wasserkraft die industrielle Revolution des 18. Jahrhunderts aufs Neue ins Leben gerufen werde, direkt entgegengetreten werden müssen. Die Wasserkraft soll in den Dienst der Bewegungsmaschine treten; durch diese wiederum soll, wie bei der entwickelten Maschinerie dies immer der Fall ist, erst die Werkzeugsmaschine durch Vermittlung der

Tabelle 3.

Aktiengesellschaft der Maschinenfabr. v. Escher Wyß & Cie. Zürich und Ravensburg.

Verzeichnis der bis Ende Dezember 1904 von der Firma Escher Wyß & Cie. in nachbezeichneten Ländern gelieferten Turbinen:

	Anzahl	Total HP.
Schweiz	1139	164 456
Deutschland	805	83 465
Österreich-Ungarn	662	65 910
Italien	511	50 254
Frankreich	165	69 134
England	63	12 068
Rußland	40	3 744
Norwegen, Schweden und Dänemark	32	12 542
Rumänien, Bulgarien, Türkei und Serbien	23	1 548
Spanien	130	34 691
Portugal	8	852
Griechenland	3	17
Holland und Luxemburg	5	281
Belgien	9	681
Ostindien und Sumatra	28	17 588
Transvaal, Natal	4	405
Egypten	1	350
Argentinische Republik, Peru, Chile	10	5 035
Brasilien	5	1 123
Columbien	5	1 363
Venezuela	10	2 400
Guatemala und Honduras	6	1 810
Mexiko	41	52 951
Vereinigte Staaten von Nordamerika	12	64 800
Canada	6	37 098
Japan	6	1 770
	3729	686 336

Tabelle 4.

Zusammenstellung hydro-elektrischer Anlagen, ausgerüstet mit elektrischem Material der A.-G. Brown, Boveri & Cie., Baden.

Besteller	Anzahl der Generatoren und Stromart	Leistung der hydr. Turbine (horizontal oder vertikalachsig)
Hospental in Schweiz, Zentrale Andermatt	3 Drehstromgeneratoren	à 150 HP. (horizontal)
Sursee (Kt. Luzern), Elektrizitätswerk	1 Drehstromgenerator 2 dto.	à 100 HP. à 50 HP. (horizontal)
Raibl in Kärnten; Bergverwaltung der Grafen Hugo Sazy, Arthur Henkel von Donnersmark	1 Drehstromgenerator	à 500 HP. (horizontal)
Cellina, Società per l'utilizzazione delle Forze Idrauliche del Verceto, Venezia	4 Drehstromgeneratoren	à 2600 HP. (horizontal)
Boisneta in Spanien, Elektrizitätswerk	4 Drehstromgeneratoren	à 200 HP. (horizontal)
St. Giovani Lupatoto, Spinnerei und Weberei. Festi Rasini, Milano	2 Drehstromgeneratoren	à 810 HP. (vertikal)
Gardone (Brescia), Giuseppe, Redaelli, e Fratello	2 Drehstromgeneratoren	à 125 HP. (horizontal)
Varallo Lesia Société Electrolytique. Italienne, Milano	1 Gleichstromgenerator	à 400 HP.
Livet, Société Electro-Chimique de la. Romanche Lyon	2 Drehstromgeneratoren	à 2500 HP. (horizontal)
Ponte S. Pietro bei Bergamo, Legler, Hefti & Cie.	2 Drehstromgeneratoren	à 600 HP. (horizontal)
Paderno d'Adda, Società Generale Italiana di Elettricità de Milan	7 Drehstromgeneratoren	à 2200 HP. (horizontal)
Stien (Norwegen), Union Gesellschaft	1 Gleichstromgenerator	à 400 HP. (vertikal)
Champ. sur. le Drac, Société de Fure et Morge	5 Drehstromgeneratoren	à 1350 HP. (horizontal)
dto. dto.	2 Gleichstromgeneratoren	à 150 HP. (horizontal)
Holmia bei Stockholm, Elektriska Aktiebolaget	3 Drehstromgeneratoren	à 200 HP. (vertikal)
Territet (Centrale Vouvry). Forces-Motrices	2 Einphasen-Wechselstromgeneratoren	à 500 HP.
Cuccino, Società Elettrica Commense A. Volta	5 Drehstromgeneratoren	à 650 HP.
Salto del Sobo, Société Fuerzas Motrices	3 Drehstromgeneratoren	à 1500 HP.
dto. dto.	2 Gleichstrom-Erreger-dynamos	à 110 HP.

Besteller	Anzahl der Generatoren und Stromart	Leistung der hydr. Turbine (horizontal oder vertikalachsig)
Teledinamica in Spanien, Elektrizitätswerk	4 Drehstromgeneratoren	à 1000 HP. (horizontal)
Gagry (Kurort am Schwarzen Meer)	2 Drehstromgeneratoren	à 200 HP. (horizontal)
Grenoble, Société des Forces Motrices du Haut-Grésivandan	1 Drehstromgenerator	à 650 HP.
Lugano, Comune di Lugano, Officina idro-elettrica della Verzasca	2 Drehstromgeneratoren	à 1000 HP. (horizontal)
dto. dto.	2 Gleichstrom-Erreger-dynamos	à 125 HP. (horizontal)
Verona, Municipio di Verona. Elektrizitätswerk	2 Drehstromgeneratoren	à 250 HP. (horizontal)
dto. dto.	1 dto.	à 235 HP. (horizontal)
Boisse-Penchot (Aveyron), Ing. Gratacap	2 Drehstromgeneratoren	à 112 HP. (horizontal)
Bergamo, A.-G. Elektrizitätswerk	4 Einphasengeneratoren	à 60 HP. (horizontal)
Benevento, San Modetto, Centrale	2 Gleichstromgeneratoren	à 100 HP. (horizontal)
Burg, Elektrizitätswerk	1 Drehstromgenerator	à 100 HP. (horizontal)
dto. dto.	1 dto.	à 200 HP. (horizontal)
Davos, Elektrizitätsgesellschaft	3 Einphasengeneratoren	à 400 HP.
Pontresina, Genossenschaft für elektrische Beleuchtung	1 Einphasengenerator	à 150 HP.
Lecco, Società Anomina del Gased Elettricità	1 Drehstromgenerator	à 300 HP.
dto. dto.	3 dto.	à 550 HP.
dto. dto.	2 Gleichstromgeneratoren	à 50 HP.
Augsburg, Baumwollspinnerei am Stadtbach	2 Drehstromgeneratoren	à 1100 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 850 HP.
Aarau, Städt. Elektrizitätswerk	1 Zweiphasengenerator	à 600 HP.
dto. dto.	2 dto.	à 400 HP.
Alavesa in Spanien, Elektrizitätswerk	2 Drehstromgeneratoren	à 300 HP.
dto. dto.	2 Erreger-Gleichstromgeneratoren	à 27 HP.
Brugg, E.-W. der Stadt Brugg	1 Drehstromgenerator	à 260 HP.
dto. dto.	1 Einphasengenerator	à 110 HP.
Vaza in Spanien, Elektrizitätswerk	3 Drehstromgeneratoren	à 166 HP.
Grenoble, Société des Forces Motrices du Haut Grésivaudan	1 Drehstromgenerator	à 650 HP.
Grindelwald, El.-Werk	1 Einphasengenerator	à 75 HP.

Besteller	Anzahl der Generatoren und Stromart	Leistung der hydr. Turbine (horizontal oder vertikalachsig)
Grossio, Unione Elettrica Intercommunale	2 Einphasengeneratoren	à 72 HP.
Menesa in Spanien, El.-Werk	3 Drehstromgeneratoren	à 300 HP.
dto. dto.	2 Gleichstrom-Erreg-dynamos	á 25 HP.
Neslau in Schweiz, El.-Werk	1 Einphasengenerator	à 120 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 65 HP.
Olazagita in Spanien, El.-Werk	2 Drehstromgeneratoren	à 400 HP. (horizontal)
Rute bei Malaga in Spanien, El.-Werk	3 Drehstromgeneratoren	à 300 HP. (vertikal)
Romana, S. A. Agricola Lombarda	2 Drehstromgeneratoren	à 140 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 95 HP. (horizontal)
Schuls (Kanton Graubünden), El.-Werk	2 Drehstromgeneratoren	à 180 HP. (horizontal)
Sondrio, Società l'Elettricità	1 Einphasengenerator	à 150 HP. (horizontal)
Teledinamica in Spanien, El.-W. (s. oben)	3 Drehstromgeneratoren	à 1500 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 1570 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 2000 HP.
Trondhjem, Elektrizitätswerk	1 Drehstromgenerator	à 1000 HP. (horizontal)
Villa d'Ogna bei Bergamo, Spinnerei und Weberei, Festi Rasini	1 Drehstromgenerator	à 280 HP. (horizontal)
Villefranche de Conflent (Pyrénées-Orientales)	2 Drehstromgeneratoren	à 380 HP. (horizontal)
Zermatt, Gornergrathbahn-Gesellschaft	1 Drehstromgenerator	à 230 HP.
Busto, Arsizio, Manifattura Tosi, Baumspinnerei.	2 Drehstromgeneratoren	à 675/700 HP. (horizontal).
Conegliano, R. Collato & Cie., Spinnerei	1 Drehstromgenerator	à 200 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 500/550 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 120/160 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 235 HP.
Flums, P. u. H. Spoerry, Calcium-Karbid-Fabrik	3 Drehstromgeneratoren	à 800 HP.
	1 dto.	à 50 HP.
Flums, Spoerry & Co., Spinnerei	1 Drehstromgenerator	à 1200 HP.
Milano, Crespi & Co. für ihre Spinnerei bei Nembro	3 Drehstromgeneratoren	à 1000 HP.
Palazzolo sull Oglio, Niggeler & Küpfer für ihre Spinnerei	1 Drehstromgenerator	à 300 HP.
	2 dto.	à 300 HP.
Ponte S. Pietro bei Bergamo, Legler Hefti u. Co., Spinnerei	2 Drehstromgeneratoren	à 600 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 500 HP.
Ponte Nossa, Contonificio, Bergamasco	4 Drehstromgeneratoren	à 600 HP.
dto. dto.	1 Drehstromgenerator	à 250 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 500 HP.

Besteller	Anzahl der Generatoren und Stromart	Leistung der hydr. Turbine (horizontal oder vertikalachsig)
Borregaard, The Kellner Partington Paper Pulp Co.	2 Drehstromgeneratoren	à 2000 HP. (vertikal)
dto. dto.	1 dto.	à 1500 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 600 HP.
dto. dto.	1 dto.	à 400 HP.
dto. dto.	1 Gleichstromgenerator	à 2500 HP.
Cham (Schweiz), C. Vogel, Papierfabrik	1 Zweiphasengenerator	à 250 HP. (vertikal)
dto. dto.	2 dto.	à 300 HP.
Kotka in Finnland, Bülow u. Nordrum, Celluloſefabrik	1 Gleichstromgenerator	à 200 HP. (vertikal)
Kronbühl bei St. Gallen, J. Schmidheiny & Söhne, Mechaniſche Ziegelei	1 Drehstromgenerator	à 25 HP.
	1 dto.	à 120 HP.
	1 dto.	à 100 HP. (horizontal)
Alby in Schweden, Karbidgeſellſchaft	1 Einphasengenerator	à 2000 HP. (horizontal)
Buenos-Ayres, A. Molet, S. A. Comp. Carbuco de Calcio	2 Einphasengeneratoren	à 550 HP. (horizontal)
Clavaux in Frankreich; Cie. Univ. d'Acétylène.	2 Drehstromgeneratoren	à 1200 HP. (horizontal)
Vöhringen a. d. Iller, Wieland & Co., Meſſingwerke	2 Drehstromgeneratoren	à 230 HP.
	2 dto.	à 280 HP.
Allevaard (Iſère), Ch. Pinat & Cie. Hauts Fourneaux u. Forges d'Allavaard	1 Einphasengenerator	à 600 HP. (horizontal)

Baden, 1. Dez. 1906.

Transmiſſion die Bewegung mitteilen. Die Arbeitsmaſchine aber iſt es, von der die induſtrielle Revolution im 18. Jahrhundert ausging und noch heute bildet ſie jeden Tag von neuem den Ausgangspunkt, ſo oft Handwerkbetrieb oder Manufakturarbeit durch die Maſchine verdrängt wird.

Gegenüber der Bedeutung, welche die Arbeitsmaſchine für Umwandlungen in der Produktion bei Gewerbe, Induſtrie und Landwirtſchaft hat, tritt die Bewegungsmaſchine und mit ihr die Betriebskraft weſentlich zurück. Nicht die Dampfmaſchine, wie ſie Ende des 17. Jahr-

hunderts während der Manufakturenperiode erfunden wurde, war es, welche die damalige industrielle Revolution hervorrief, es war vielmehr die Schöpfung der Arbeitsmaschine, welche die revolutionierte Dampfmaschine notwendig machte.

Die gleichen Umstände, wie bei der Dampfkraft, treten auch bei der Wasserkraft als Triebkraft hervor, wenn auch nicht in derselben Bedeutung und Wirkung. In gleicher Weise, wie nicht die Dampfkraft es war, welche die industrielle Revolution im 18. Jahrhundert hervorrief, wird auch die Wasserkraft nicht große Umwälzungen hervorrufen können, wenn nicht gleichzeitig große Erfindungen auf dem Gebiete der Arbeitsmaschinen gemacht werden! Außerdem aber hat die Wasserkraft heute in den Konkurrenzkampf nicht bloß mit der Dampfkraft, sondern auch der Gasmaschinen einzutreten und inwieweit sie hier den Sieg bereits davon getragen hat oder wenigstens voraussichtlich davontragen wird, soll in den folgenden Abschnitten näher geprüft werden.

II. Abschnitt.

Die Wasserkräfte im Dienste der heutigen Volkswirtschaft.

1. Kapitel.

Allgemeine Leitsätze für den Ausbau von Wasserkräften.

Die außerordentliche Bedeutung des Stoffes, der hier der Erschließung harrt, bedingt ein vorsichtiges, zweckentsprechendes Vorgehen bei seiner Ausbeutung. Das Schweizervolk, das infolge der geographischen Lage seines Landes den ersten Anstoß zur Erkenntnis des Reichtums, der in seinen Wasserkräften liegt, erhalten hat, und das aus gleichen Gründen gezwungen ist, die Hauptträger mechanischer Kraft, die Kohlen, vom Ausland zu beziehen, ist gerade in den letzten Jahren mit Riesenschritten vorwärts gegangen auf dem Wege der Nutzbarmachung seiner Wasserkräfte und hat uns dadurch Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung erkämpft, die uns beim Ausbau unserer eigenen Wasserkräfte eine willkommene und sichere Grundlage bieten. Führen wir uns deshalb zunächst diese Errungenschaften vor Augen; wir folgen dabei der in der deutschen Bauzeitung 1905 veröffentlichten und in dem bayrischen Industrie- und Gewerbeblatt wiederholten Studie.

Der Nutzbarmachung der Wasserkräfte ist, wie in der Einleitung gezeigt, die Entwicklung der Elektrotechnik

vorausgegangen. Dem elektrischen Strom ist es bis jetzt vorbehalten, die an einem bestimmten Orte gewonnenen hydraulischen Kräfte den einzelnen Verbrauchsstellen zuzuleiten, d. h. das Transmissionsglied zwischen Erzeugung und Verbrauch der Kraft zu bilden. Nun kommen für die Fortleitung der gewonnenen Energie durch elektrischen Strom bekanntlich zwei Systeme in Frage: Nieder- und Hochspannung. Die Niederspannung entspricht der Spannung des Verbrauches, hochgespannte Ströme müssen vor Verbrauch transformiert werden; bei der Fortleitung hochgespannter Ströme entstehen deshalb Nebenkosten für die Stromtransformierung.

Grundforderung jeder technischen Anlage ist Rentabilität, d. h. Erzielung eines günstigen Verhältnisses zwischen den Erstellungs-, Unterhaltungs- und Betriebskosten einerseits und den Jahreseinnahmen andererseits. Für Erfüllung dieser Grundforderung gibt es zwei Möglichkeiten: entweder

1. die Wasserkraft liegt in einem Gebiete, das imstande ist, die erzeugte Energie selbst zu verbrauchen, ohne daß ein allzu weit verzweigtes Verteilungsnetz notwendig wird, oder

2. es ist durch eine unmittelbare Hochspannungsleitung ein Gebiet zu erreichen, dessen Kraftbedarf der zu gewinnenden Kraft entspricht und dessen Ansprüche an die Kosten des Verteilungsnetzes mindestens in gleichem Maße geringere sind wie es höhere Kapitalaufwendungen als das unter 1. erwähnte Gebiet zur Zuleitung und Transformierung erfordert.

Nun hat die Erfahrung gelehrt, daß unter sonst gleichen Verhältnissen die Fortleitung mittels Hochspannung umso billiger wird, je größer die Menge der Kraft ist, um die es sich handelt; ferner gesellte sich dazu die

II. Abschnitt.

Die Wasserkräfte im Dienste der heutigen Volkswirtschaft.

1. Kapitel.

Allgemeine Leitsätze für den Ausbau von Wasserkräften.

Die außerordentliche Bedeutung des Stoffes, der hier der Erschließung harrt, bedingt ein vorsichtiges, zweckentsprechendes Vorgehen bei seiner Ausbeutung. Das Schweizervolk, das infolge der geographischen Lage seines Landes den ersten Anstoß zur Erkenntnis des Reichtums, der in seinen Wasserkräften liegt, erhalten hat, und das aus gleichen Gründen gezwungen ist, die Hauptträger mechanischer Kraft, die Kohlen, vom Ausland zu beziehen, ist gerade in den letzten Jahren mit Riesenschritten vorwärts gegangen auf dem Wege der Nutzbarmachung seiner Wasserkräfte und hat uns dadurch Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung erkämpft, die uns beim Ausbau unserer eigenen Wasserkräfte eine willkommene und sichere Grundlage bieten. Führen wir uns deshalb zunächst diese Errungenschaften vor Augen; wir folgen dabei der in der deutschen Bauzeitung 1905 veröffentlichten und in dem bayrischen Industrie- und Gewerbeblatt wiederholten Studie.

Der Nutzbarmachung der Wasserkräfte ist, wie in der Einleitung gezeigt, die Entwicklung der Elektrotechnik

vorausgegangen. Dem elektrischen Strom ist es bis jetzt vorbehalten, die an einem bestimmten Orte gewonnenen hydraulischen Kräfte den einzelnen Verbrauchsstellen zuzuleiten, d. h. das Transmissionsglied zwischen Erzeugung und Verbrauch der Kraft zu bilden. Nun kommen für die Fortleitung der gewonnenen Energie durch elektrischen Strom bekanntlich zwei Systeme in Frage: Nieder- und Hochspannung. Die Niederspannung entspricht der Spannung des Verbrauches, hochgespannte Ströme müssen vor Verbrauch transformiert werden; bei der Fortleitung hochgespannter Ströme entstehen deshalb Nebenkosten für die Stromtransformierung.

Grundforderung jeder technischen Anlage ist Rentabilität, d. h. Erzielung eines günstigen Verhältnisses zwischen den Erstellungs-, Unterhaltungs- und Betriebskosten einerseits und den Jahreseinnahmen andererseits. Für Erfüllung dieser Grundforderung gibt es zwei Möglichkeiten: entweder

1. die Wasserkraft liegt in einem Gebiete, das imstande ist, die erzeugte Energie selbst zu verbrauchen, ohne daß ein allzu weit verzweigtes Verteilungsnetz notwendig wird, oder

2. es ist durch eine unmittelbare Hochspannungsleitung ein Gebiet zu erreichen, dessen Kraftbedarf der zu gewinnenden Kraft entspricht und dessen Ansprüche an die Kosten des Verteilungsnetzes mindestens in gleichem Maße geringere sind wie es höhere Kapitalaufwendungen als das unter 1. erwähnte Gebiet zur Zuleitung und Transformierung erfordert.

Nun hat die Erfahrung gelehrt, daß unter sonst gleichen Verhältnissen die Fortleitung mittels Hochspannung umso billiger wird, je größer die Menge der Kraft ist, um die es sich handelt; ferner gesellte sich dazu die

Wahrnehmung, daß auch in den meisten Fällen die Kosten für die Errichtung der Kraftstation für die Einheit umso geringer werden, je größer die Leistungsfähigkeit der Kraftstation sich bemessen läßt. Bei Anlagen größeren Stiles geben zudem die geringeren Kosten für die Einheit bei Aufwendung eines im Verhältnis gleich großen Kapitals die Möglichkeit der Erschließung eines umfangreicheren Versorgungsgebietes und dadurch die oft noch mehr als Kostenersparnis ins Gewicht fallende vermehrte Gelegenheit günstigen Kraftabsatzes. Daraus geht hervor, daß allgemein die Wahrscheinlichkeit der Rentabilität zunimmt mit dem Umfang der Gesamtleistung einer Anlage. Diese Erkenntnis erklärt die Erscheinung, daß in der Schweiz Werke im Entstehen sind, deren höchste Effektentfaltung 100000 P.S. erreichte, während man sich bisher an Werke bis zu höchstens 12000 P.S. herangewagt hatte.

Der planende Ingenieur hat deshalb in erster Linie sein Augenmerk darauf zu richten, eine möglichst ergiebige Kraftquelle für ein möglichst aufnahmefähiges Verbrauchsgebiet zu erschließen.

Diese Forderung ergänzt sich unmittelbar durch eine zweite, deren Wichtigkeit in der Schweiz in vielen Fällen zu spät erkannt wurde und deren Erkenntnis das Land in verschiedenen Fällen ein teures Lehrgeld gekostet hat, nämlich zu verhüten, daß einzelne Stücke einer Wasserkraft durch Privatdisposition herausgeschnitten und einzeln benutzt werden, was in den meisten Fällen eine große Entwertung der gesamten Kraft zur Folge hat. Eine Wasserkraft ist meist auch dann schon verbaut, wenn die Zentrale zwar richtig liegt, aber nicht das gesamte verfügbare Gefälle ausnutzt. Eine spätere einfache Heranziehung des unbenutzten Gefälleteils zur vorhandenen Zentrale ist wegen der sich dadurch ändernden Druckverhält-

nisse unmöglich, es müßte vielmehr die Erstellung einer neuen Kraftstation ins Auge gefaßt werden. Die dadurch bedingte Teilung des Betriebes und die Notwendigkeit, die gewonnene Kraft außerhalb des Versorgungsgebietes des zuerst vorhandenen Werkes unterzubringen, bilden dann zwei Faktoren, die die Wahrscheinlichkeit der Rentabilität meist in allen Fällen ausschließen. Die Schlußfolgerung hieraus ergibt folgenden Satz:

Eine hydraulische Kraftquelle muß entweder von Anfang an in ihrem ganzen Umfange erschlossen werden, oder die Anlage muß in bezug auf die Kraftgewinnung oder Kraftverteilung so getroffen sein, daß die Möglichkeit späterer Entfaltung und Verwertung der gesamten verfügbaren Kraft von vornherein sichert.

Von den beiden Faktoren „sekundliche Wassermenge" und „Gefälle", die zusammen das Produkt „Wasserkraftleistung" bilden, üben in der Regel nicht beide den gleichen Einfluß auf die Erstellungskosten einer Anlage aus. Die Betriebswassermenge bestimmt die Durchlaßfähigkeit und damit die Größe der Maschinen, während das Gefälle höchstens eine erhöhte Widerstandfähigkeit der Maschinen gegen Druck bedingt, dafür aber ermöglicht, mit seinem Wachsen die Tourenzahl der Maschine zu erhöhen und damit die Maschinen bei gleicher Kraftleistung kleiner werden zu lassen. Kleine Maschinen bedingen jedoch kleine Gesamtabmessungen der Zentrale und damit geringere Erstellungs-, Unterhaltungs- und Betriebskosten. Daraus folgt, daß unter sonst gleichen Verhältnissen Wasserkräfte mit hohem Gefälle und kleinen Wassermengen solchen mit großen Wassermengen und niedrigem Gefälle entschieden vorzuziehen sind.

Für die Anlage eines Kraftwerkes ist ferner die Beständigkeit des Betriebswassers von höchster Bedeutung,

da an ein größeres Elektrizitätswerk meist zu allen Zeiten sich gleichbleibende Anforderungen gestellt werden. Nur bei solchen Werken, die hauptsächlich Kraft zu Beleuchtungszwecken abgeben, ist der Kraftbedarf in den Wintermonaten, und bei solchen, die fast ausschließlich den Betrieb von Bahnen zu bewältigen haben, der Kraftbedarf in den Sommermonaten am höchsten. Den unregelmäßigen Perioden der fließenden Gewässer entgegenzutreten und einen Ausgleich herbeizuführen, ist Aufgabe des entwerfenden Ingenieurs. Er wird vor allem darauf Bedacht nehmen, bei hydraulischen Anlagen einen natürlichen See als Stauweiher ausnützen zu können. Wie man bei Elektrizitätswerken mit Dampfbetrieb den Schwankungen im Stromverbrauch in der Weise Rechnung trägt, daß man die Antriebskraft entsprechend der durchschnittlichen Tageskraft wählt und die bei Unterbelastung frei werdende Kraft in sog. Akkumulatoren aufspeichert, um sie bei Überbelastung wieder abzugeben, so wird beim Betrieb mit Wasserkraft der Stauweiher als Energiespeicher benützt. Die Turbine, die in diesem Falle für die höchste Kraftenfaltung berechnet ist, verringert zwangläufig den Zulauf des Wassers entsprechend der jeweiligen geringeren Belastung. Dadurch wird das Betriebswasser im Stausee zurückgehalten, um in den Stunden hoher Kraftentfaltung Verwendung zu finden. Hierdurch wird nicht nur die teure, stets unwirtschaftlich arbeitende Akkumulatorenbatterie überflüssig, sondern es wird gleichzeitig erreicht, daß mit einer Wasserkraft von z. B. 40 P.S. Durchschnittsleistung eine Maximal-Tagesleistung von 100 P.S. entfaltet werden kann. Natürlich muß in diesem Falle die Zentrale für die höchste Tagesleistung erstellt werden, die Erstellungskosten werden sich aber trotzdem in den meisten Fällen niedriger halten, als wenn

der Bestimmung ihrer Größe die mittlere tägliche Kraftentfaltung zugrunde liegt und infolgedessen eine Akkumulatorenbatterie beigefügt wird, deren Wertung und Betrieb hohe Kosten verursacht und deren Lebensdauer heute noch als sehr beschränkt bezeichnet werden muß.

Wo keine natürlichen Seen in Verbindung mit dem Betriebswasser gebracht werden können, wird man künstliche Stauseen anstreben. Da war es vor allem der am 28. Dezember 1904 in Aachen verschiedene Geheime Regierungsrat Prof. Dr. Ing. Otto Intze, der die praktische Verwertbarkeit der auf dem Gebiete der Elektrotechnik gemachten Fortschritte durch seine zahlreichen Talsperren, die zwar in erster Linie anderen Zwecken dienten, wesentlich erhöhte. Besonders nennenswert sind die Talsperren der Urft und der Wupper bei Barmen und Elberfeld. Neben industriellen Zwecken sucht man sie zur Wasserversorgung der Städte und zur Verminderung der Hochwassergefahren auszunutzen und zwar, wie die bisherige Erfahrung gezeigt hat, mit großem Erfolg.

Über die Wasserverwertung durch Talsperren hat Prof. Christoph Nußbaum in der deutschen Vierteljahresschrift für öffentliche Gesundheitspflege einen Aufsatz veröffentlicht, in dem er die Frage erörtert, ob der Ausbau sämtlicher für Stauseen geeigneter, günstig gelegener und gestalteter Täler Deutschlands zu Stauseen durchführbar ist; ein derartiges Riesenwerk vorzunehmen sei, so führt er aus, ausschließlich der Staat in der Lage; selbst unter der Annahme einer billigen Hergabe des Wassers und der Wasserkräfte zugunsten des Gemeinwohls ließe sich aus den Stauseen Deutschlands mit der Zeit ein gewinnbringendes Werk herstellen, das nach seiner Vollendung nur geringfügige Kosten hervorruft und bis in eine ferne Zukunft dem Staat und dem Volkswohl dienstbar bleibt.

Tabelle 5.

Ausgeführte Sammelbecken.

(O. Intze, Über Wasserkraftverhältnisse im Gebirge at.)

Bezeichnung der Sammelbecken und des Tales	Hauptsächlicher Zweck der Anlage	Größe des Niederschlagsgebietes qkm	Stauhöhe über Talsohle m	Inhalt des Sammelbeckens cbm	Kosten der Sperrmauer einschließlich Grunderwerb ℳ	Kosten per cbm Stauinhalt ₰
Eschbach-Talsperre bei Remscheid	Zur Wasserversorgung von Remscheid und zur Abgabe von Betriebswasser an die Werkbesitzer im Eschbachtale	4,5	18,0	1000000	530000	53
Talsp. im Panzertale b. Lennep	Zur Wasserversorgung von Lennep	2,0	8,0	117000	100000	96
Fuelbecke-Talsperre bei Altena	Zur Abgabe von Betriebswasser	3,5	24,0	700000	300000	43
Talsperre im Heilenbeckertal	Zur Abgabe von Betriebswasser und Wasserversorgung	7,6	15,2	450000	200000	45
Talsperre im Bevertale	dito	22,0	16,0	3300000	1100000	33
Talsperre im Lingestale	dito	9,0	18,5	2600000	800000	31
Talsperre im Salbachtale	dito	0,9	19,3	300000	300000	100
Talsp. im Heerbringhausertale	Zur Wasserversorgung	5,5	29,7	2500000	1100000	44
Sengbachtalsp. oberh. Glüder	Zur Wasserversorgung und Kraft und Lichtabgabe	11,8	36,0	3000000	1300000	43
Östertalsp. oberh. Plettenburg	Zur Abgabe von Betriebswasser und Ersatz des aus der unteren Ruhr fortgepumpten Wassers	14,2	31,0	2500000	900000	36
Haspertalsperre oberh. Haspe	Zur Wasserversorgung und Abgabe von Betriebswasser	8,0	27,0	2000000	1100000	55
Euneptalsp. oberh. Altenoverde	dito	47,0	33,0	10000000	2400000	24
Versetalsperre oberh. Werdohl	dito	4,0	—	10000000	400000	40
Urfttalsp. unterh. Malsberden	Zur Schaffung einer Kraftstation von 6400 P. S. zur Wasserversorgung u. Zurückhaltung v. Hochwassermengen	375,0	52,5	45000000	3860000	8,5

Die nicht unbedeutenden Kosten der Stauseeanlagen lassen sich übrigens durch sorgfältige Auswahl der Stautäler und ihres Abschlußplatzes wesentlich vermindern. Man bedarf tiefer Becken von verhältnismäßig geringem Oberflächenmaß, während die Staumauern eine tunlichst geringe Längenausdehnung erhalten sollen und ihr Untergrund schwierige oder besonders tiefe Gründungen unnötig machen muß. Es ist ferner notwendig, geeignetes Gestein für den Bau der Sperrmauern in ihrer unmittelbaren Nähe zu haben und ein billiges Verfahren zu ihrer Herstellung einzuschlagen.

Die Anlage solcher Stauseen zu vorwiegend industriellen Zwecken ist naturgemäß nur bei Werken mit hohem Gefälle möglich. Kraftwerke mit großen Wassermengen und niederem Gefälle sind zur Anwendung elektrischer Akkumulatoren gezwungen, außerdem ist es für sie in den meisten Fällen unumgänglich, eine Dampfreserve aufzustellen, um gegen die Unzuträglichkeiten außerordentlicher Niederwasser gesichert zu sein.

Zieht man aus diesen Ausführungen die Schlußfolgerungen, so ergibt sich folgender Leitsatz: für hydraulische Hochdruckanlagen ist die Einfügung vorhandener Seen oder die Schaffung neuer Stauweiher unbedingt zu erstreben. Diese haben die Aufgabe, die Variationen des Wasserzuflusses in den verschiedenen Jahreszeiten und die Schwankungen im täglichen Kraftbedarf auszugleichen. Im Interesse des Gemeinwohls obliegt dem Staate die Verpflichtung, der Errichtung von Talsperren möglichst fördernd nachzugehen; durch die möglichst ausgedehnte Anlage inhaltreicher Stauseen würde trotz der bedeutenden Kosten im volkswirtschaftlichen wie im wirtschaftlichen Sinne ein gewinnbringendes Werk von hervorragendster Bedeutung geschaffen werden.

2. Kapitel.

Die Anlage- und Betriebskosten der Wasserkraftwerke.

Schon im Vorausgehenden haben wir Anlaß genommen, darauf hinzuweisen, daß die Erschließung der Wasserkräfte ein vorsichtiges, berechnerisches Vorgehen erheischt, damit nicht die ökonomische Grenze der Rentabilität überschritten werde, zumal der Wasserkraft als motorisches Element gewichtige Konkurrenten an der Seite stehen. Hierbei dürfen natürlich nicht bloß die eigentlichen Betriebskosten maßgebend sein, sondern es müssen verschiedene andere Momente, vor allem die Anlagekosten mit in die Wagschale gelegt werden, um die wirtschaftliche Überlegenheit der einen oder anderen Betriebskraft nach ihrer ökonomischen Seite prüfen und beurteilen zu können.

Dabei muß eine Reihe von Umständen außerhalb des Bereiches der Erwägungen bleiben, insbesonders jene, die die praktische Verwendbarkeit der Dampfkraft oder der Wasserkraft — diese beiden treten am meisten in den Wettkampf — nur ganz unwesentlich für den einen oder den anderen Betrieb beeinflussen; hier sollen nur Gesichtspunkte allgemeiner und durchgreifender Art Erwähnung finden. Bei dieser Feststellung wird es sich empfehlen, zunächst die Anlagekosten und sodann die Betriebskosten der Dampf- und Wasserkraftanlagen annähernd festzulegen, um aus einer Gegenüberstellung der gewonnenen Resultate im nächstfolgenden Kapitel die Ueberlegenheit der einen oder der anderen Betriebskraft feststellen zu können.

A. Die Anlagekosten für Wasserkraftwerke.

Bei einer Wasserkraftanlage sind in der Regel nicht normale und im Ganzen gleich bleibende Verhältnisse wie z. B. bei einer Dampfanlage maßgebend, sondern die auf eine Krafteinheit bezogenen Kosten werden außerordentlich durch die Gunst der Natur, die Gestaltung der örtlichen Verhältnisse, wie der Wasserfassung, der Akkumulation, des Gefälles ꝛc. beeinflußt. Es ist ferner ausschlaggebend, ob, wie bereits erwähnt, für den Ausgleich des Wassers natürliche Seen benutzt werden können oder ob Sammelbecken mit kostspieligem Sperraum errichtet werden müssen, ob die natürliche Lage Hoch- oder Niederdruckwerke geeigneter erscheinen läßt u. s. w.

Im allgemeinen aber bleiben gewisse Faktoren immer als Posten im Anlageplan eines Wasserkraftwerkes und diese wollen wir zur Grundlage unserer Kostenfestlegung nehmen.

1. Die Vorarbeiten.

Diese sind wirtschaftlicher und technischer Natur. In erster Linie ist ein Budget über die mutmaßlichen Ausgaben und Einnahmen aufzustellen sowie die Absatzverhältnisse der Kraft zu untersuchen. Gleichzeitig hat die Anfertigung der Pläne zu erfolgen und diesen müssen wiederum Untersuchungen über die Wassermengen, Nutzgefälle, Bodenverhältnisse u. s. w. vorausgegangen sein. Zahlenmäßige Angaben über diese Vorarbeiten machen zu können, entzieht sich unserer Möglichkeit, da solche aus den Bilanzen nicht ersichtlich sind.

2. Finanzierung.

Da es sich bei den modernen Wasserkraftunternehmungen meistens um größere Geldsummen handelt, welche die Kapazität der Einzelnen oft übersteigen, so werden

zur Beschaffung des Anlagekapitals Finanzoperationen nötig. Die gebräuchlichste Form dabei ist heute die Gründung einer Aktiengesellschaft, obwohl es auch eine Reihe von Anlagen gibt, welche durch Gemeinden, andere öffentliche Körperschaften und auch natürliche Personen finanziert wurden; auch die Genossenschaft spielt hier eine Rolle.

Schär (l. c.) zählt in der Schweiz 59 Gemeinden und Kantone, welche eigene Anlagen haben mit einer Leistung von 63 482 P.S.; 7 Genossenschaften mit 1190 P.S. und 124 Private und Aktiengesellschaften mit 100010 P.S.

Die Kapitalanlage in Wasserkraftunternehmungen ist in den letzten Jahren beliebt geworden, nachdem die Kinderkrankheiten, an welchen die ersten Unternehmungen litten, überwunden sind, und die Kapitalsbeschaffung ist daher heute kaum mehr mit nennenswerten Kosten verbunden.

3. Konzession.

Einmalige Konzessionsgebühren an den Staat sind selten. Verleiht der Staat eine Konzession zur Ausnützung einer Wasserkraft, so fordert er meistens einen jährlichen Wasserzins. Öfter aber kommet es vor, daß Konzessionen aus zweiter Hand erworben werden müssen und dann bilden sie einen Teil der Anlagekosten. Von den in der folgenden Tabelle aufgeführten Konzessionsgebühren fiel allein diejenige von Leventina dem Staate (Kt. Tessin) zu.

Bezeichnung	Konzess.-Summe Frs.	Leistung P.S.	Belastung (pro P.S. durch Konzession)
Betznau	200000	10000	20
Wangen a. A.	365000	5000	73
Wynau	300000	3750	80
Kander	100000	6000	16,66
Luzern-Engelberg	100000	6000	16,66
Brusio	700000?	30000	23,33
Felsenau	100000	4000	25
Leventina	300000	—	—

4. Expropriation.

Diese zerfällt in 2 Gruppen:

a) Expropriation für den Grunderwerb,
b) Expropriation für die Durchgangsberechtigung.

ad. a. Die Lage des Kraftwerkes ist im allgemeinen durch den Lauf des Wassers bestimmt und daher kann der Boden zur Erstellung des Werkes nicht beliebig gewählt werden. Jene, die Platzfrage bei einem Dampfwerke beeinflussenden Gesichtspunkte wie die Sorge für gute Kohleneinfuhr und Speisewasserversorgung der Kessel treten zurück. Der Boden ist an den Flußläufen in der Regel billig, sowie auch derjenige, welcher für das Röhrentracé erworben werden muß. Von großer Wichtigkeit ist ein Expropriationsgesetz für hydroelektrische Werke nicht nur in bezug auf den Grunderwerb, sondern auch für b, die Durchgangsberechtigung. Dabei handelt es sich in der Hauptsache um die Aufstellung von Stangen für die elektrische Kraftübertragung.

c) Entschädigung für Wasserentziehung.

5. Bauten.

Die Anlagekosten für die Bauten sind in jedem einzelnen Falle verschieden; sie zerfallen in die Kosten für:

a) Die Wasserfassung. Für jede Wasserkraftanlage ist zunächst ein Wehr erforderlich, durch welches das Wasser aufgestaut und dem Werkkanale zugeführt wird. Da dasselbe bei Hochwasser den stärksten Angriffen und auch leicht einer Unterspülung ausgesetzt ist, muß hier in erster Linie auf eine solide Ausführung des Wehrkörpers und des Sturzbettes Bedacht genommen werden. Neben dem Wehr wird in der Regel eine Hochwasserschütze angeordnet, welche bei Hochwasser geöffnet wird, einerseits, um eine

allzu große Rückstau zu verhindern, andererseits, um das vom Hochwasser mitgeführte grobe Geröll abzuleiten.

b) Die Zuleitung. An das Wehr ist der Werkkanal angeschlossen. Dieser hat ein geringes Gefälle von 1—2‰, kann offen oder gedeckt gebaut sein. Seine Länge hängt davon ab, ob das Wasser weit geleitet werden muß bis zu der Stelle, wo das Sturzgefälle beginnt. Für seine Anlagekosten ist die Geländeformation allein maßgebend: Oft kann das natürliche Bett eines Gewässers benutzt werden, oft muß zur Ableitung ein Kilom. langer Kanal gebaut werden. Um das Wasser von Laub, Kies, Eis 2c. zu reinigen, müssen noch eine Reihe von Vorrichtungen, wie Sandfänger, Leerschüsse 2c. angebracht sein. Der Zuleitungskanal mündet in das

c) Reservoir oder Staubecken. Ist dieses künstlich zu erstellen, so nimmt es einen beträchtlichen Teil der Anlagekosten für sich in Anspruch. Infolge der verschiedenen Zwecke, welchen ein Staubecken dient, kommt es vor, daß sich dieses für die Kraftgewinnung wesentlich verbilligt; denn das Staubecken kann sowohl als Hochwasserschutz, als Wasserversorgungsanlage von Ortschaften wie auch zur Akkumulation des Wassers für motorische Zwecke dienen *). Die Anlagekosten der Staubecken ergeben allgemein mit Zunahme der Größe relativ kleinere Kosten pro Kubikm. gestauten Wassers. Anlagen von Sperrmauern schwanken zwischen 20—70 Pfg., solche mit Erddämmen bedingen nur 10—20 Pfg. pro Kubikm. Wasser. An das Reservoir schließt sich

d) Die Druckleitung. Die Anlagekosten sind hier von der Länge und der Wassermenge abhängig. Die Druck-

*) Karl Borkhardt: Die Remscheider Stauweiheranlage sowie Beschreibung weiterer Stauweiheranlagen. München und Leipzig. Verlag von Oldenburg 1897.

leitung wird meistens ganz aus guß- oder schmiedeeisernen Rohren hergestellt, jedoch wird sie auch so angelegt, daß, wo es die natürlichen Verhältnisse erlauben, zunächst ein Schacht in einen Felsen getrieben wird, an welchen sich dann die eisernen Rohre erst weiter unten anschließen *). Die Kostenfrage der beiden Eisenarten läßt sich allgemein endgültig nicht beantworten, nur hat sich im Durchschnitt erwiesen, daß bei kleineren Lichtweiten Gußeisen, bei größeren Schmiedeeisen sich billiger stellt.

e) Das Maschinenhaus; dieses verlangt vor allem gute Fundamente; die Raumbeanspruchung ändert sich bei den verschiedenen Turbinensystemen. Niederdruckwerke erfordern im allgemeinen größere Turbinen und damit mehr Raum als Hochdruckwerke. Heute beanspruchen die Kraftwerke weniger Raum, da früher große Wasserkräfte in viele Einheiten zerlegt wurden, während man heute die Kraft mit weniger Maschinen faßt. Es wurden schon Einheiten mit 12500 P.S. angelegt; ein Ausbau in viele Einheiten hat aber den Vorteil, daß er eine bessere Anpassungsfähigkeit an den Wechsel im Kraftbedarf besitzt. Je nach dem Zweck, dem eine Anlage dient, sind das Raumbedürfnis und damit die Anlagekosten für das Maschinenhaus verschieden. Von letzterem führt der

f) Unterwasserkanal das Wasser wieder ab, dessen Kosten sich ebenfalls nach der Länge und der Lage verschieden gestalten.

6. Maschinelle Einrichtungen.

Gegenüber den Anlagekosten für die baulichen Arbeiten treten die Ausgaben für Maschineneinrichtungen weit zurück**).

*) Z. B. bei den Etschwerken.

**) Anders gestaltete sich das Kostenverhältnis bei den Dampf-

Die alten Wasserräder, welche das Gewicht des Wassers ausnutzten, haben den Turbinen weichen müssen, welch letztere heute zu gewaltigen Maschinen herangewachsen sind. Dies erklärt sich aus dem Bestreben nach einer Zentralisation des Betriebes, aber auch aus den Herstellungskosten. 2 kleine Turbinen kommen nämlich auf 10—20 Proz. teurer zu stehen als eine große von gleicher Leistung.

7. Kraftübertragungen.

Kann die Kraft nicht am Gewinnungsorte verbraucht werden, was in den meisten Fällen zutrifft, so muß sie mittels der Dynamomaschine in elektrische Energie umgesetzt werden.

Wir haben früher schon Anlaß genommen, darauf hinzuweisen, daß bei der Transaktion der Wasserkräfte je nach der Entfernung des Betriebswerkes ein größerer oder kleinerer Prozentsatz derselben verloren geht; dieser Verlust muß bei Aufstellung wirtschaftlicher Berechnungen neben der Verteuerung der Anlagekosten ganz besonders mit in den Kreis der Erwägungen gezogen werden, wenn wir uns daran zurückerinnern, wie hoch bei solchen Betrieben eine Jahrespferdestärke zu stehen kommt. Diesen Umstand werden wir aber an späterer Stelle zu würdigen haben, wenn wir die Betriebskosten verschiedener Anlagen vergleichend einander gegenüberstellen werden, hier sei nur kurz auf die Verteuerung der Anlagen hingewiesen, was wir am besten an der Hand eines Beispieles veranschaulichen. Die 41 Kilom. lange Leitung, welche die Kraftwerke „Rheinfelden“ von der Betznau zu ihrem

---

elektrizitätswerken. Hier rechnet man im Durchschnitt auf die Maschine $^1/_3$, auf das Leitungsnetz $^1/_3$, auf das Gebäude $^1/_4$, auf sonstige Ausrichtung und Nebeneinrichtungen $^1/_{12}$.

Netz angelegt haben und welche z. B. etwa 2000 P.S. überträgt, kostete für 1 Kubikm. 5178 Mk. Verzinsung und Amortisation zu $7^1/_2$ Proz. gerechnet, verteuern die Jahrespferdekraft um 8 Mk., die Warte- und Unterhaltskosten in Höhe von 3000 Mk. um $1^1/_2$ Mk. Verzinsung und Amortisation der Transformatoren sowie der Unterhalt verursachen eine Teuerung von $6^1/_2$ Mk.; sonach entfallen auf 1 P.S. für die Überleitung von Betznau zum Rheinfelderwerke allein schon 16 Mk.

Ein Gutachten der im Jahre 1897 vom Kt. Zürich bestellten Expertenkommission stellte bezüglich der Anlagekosten bei Transferierungen folgendes fest: Für eine am Rheinfall bei Schaffhausen zu gewinnende Wasserkraft belaufen sich die Anlagekosten für 1 Wasser-P.S. auf 310 Frs.; übertragen nach dem 22,5 Kilom. entfernten Winterthur an den Klemmen der Primärleitung schon auf 840 Frs.; für Rheinau oder Eglisau nach Zürich steigen die entsprechenden Zahlen von 460 und 540 auf 1250 Frs. pro 1 P.S.

Nach einem Kostenanschlag der Konzessionsbewerber um die Wasserkraft bei Niffer-Ottmarsheim sollte eine P.S. im Jahre ab Turbinenhaus 50 Mk., ab Netz in dem nahen Mühlhausen 100 Mk. kosten.

Ein Bild über die Gesamtkosten einer Wasserkraftanlage mögen die folgenden Kostenvoranschläge geben; daraus ist auch am besten ersichtlich, wie sich die Gesamtanlagekosten auf die einzelnen Faktoren verteilen.

Tabelle 6.

1. Kostenberechnung des Albula-Werkes der Stadt Zürich.

Gefälle 142,2 Mtr. (Netto), Großmöglichste Leistung 23800 P.S.

Expropriation	647000	Frs.
Wehranlage	790961	„
Zuleitung des Heidbaches . .	33154	„
Wasserstollen	2067445	„
Wasserschloß u. Apparatenhaus	98022	„
Druckleitung	575214	„
Unterwasserkanal	21455	„
Zufahrten und Uferversicherung	50230	„
Bauzinsen u. Leitung. Unvorhergesehenes	501519	„
Hydraulischer Teil	4785000	Frs.
Zentrale, maschineller und elektr. Teil .	1425640	Frs.
Fernleitung nach Zürich (ca. 135 Kilom.)	4113600	„
Diverses, Bauleitung	360760	„
	5900000	Frs.

Total: **10685000** Frs.

In der Zentrale bei Ausnützung der gesamten Kraft kostet die Turbinen-P.S. 234 Frs. In der Stadtgrenze die elektr. P.S. 680 Frs.

Tabelle 7.

2. Kostenberechnung des Wasserwerkes bei der Felsenau [Bern].

Nettogefälle 12 Mtr. Großmöglichste Leistung 5000 P.S.

Bauliche Anlagen	1323000	Frs.
Maschinelle Anlagen . . .	351000	„
Fernleitung nach Bern . .	206000	„
Entschädigung	100000	„
Konzessionsgebühren u. zur Anfundung	20000	„
Gesamtanlage	**2000000**	Frs.

Die Anlagekosten pro effektiv benützbare elektr. Pferdestärke ab Felsenauwerk belaufen sich auf 512 Frs.

Tabelle 8.

3. Elektrizitätswerke Engelberg-Luzern.

Gefälle 300 Mtr. Leistung 8600 P.S.

Landerwerb, Wasserrechte und Durchgangsberechtigung .	248500	Frs.
Unterbau und Hochbau . .	1746850	„
Maschinelle Einrichtung . .	628040	„
Elektrischer Teil	1801807	„
Allgemeines und Bauzinsen .	500665	„
Überlaufleitung, Verschiedenes u. zur Verfügung für die Schlußabrechnung . . .	274138	„
Total:	**5200000**	Frs.

Tabelle 9.

4. Elektrizitätswerk der Gemeinde Linthal.

Gefälle 250 Mtr. Leistung 1000 P.S.

Liegenschaften, Kommunikationen, Rechte	6256,05	Frs.
Gebäudekonto	48727,84	„
Hydraulische Anlage	136132,88	„
Elektrische Anlage	139994,60	„
Bauzinse, Verschiedenes	3786,71	„
Reservematerial, Mobilien	3820,59	„
Bauleitung, Vorarbeiten, Diverses . .	17861,15	„
Total:	**356479,82**	Frs.

Tabelle 10.

5. Coût d'Hauterive.

Gefälle 55,7 Mtr. Leistung 6600 P. S.

Barrage	149130	Frs.
Prise d'eau	113417	„
Grande Tunnel	2321672	„
Conduit de mise en charge	71490	„
Travaux de défense	18782	„
Usine hydraulique	429249	„
Pont et voies d'accès	132500	„
Turbines et transmissions intérieures .	67930	„
Dynamos et tableaux de distributions	177227	„
Achat de terrains et expropriations .	26356	„
Trais généraux	143976	„
Total:	**3651632**	Frs.

Nachstehend gebe ich noch eine Zusammenstellung der Anlagekosten verschiedener Wasserwerke (Tabelle 11).

Oskar v. Miller hat eingehende Berechnungen über die Gestaltung der Anlagekosten ausgeführt und zusammengestellt (l. c.). (Tabelle 12.)

Darnach gestalten sich die Verhältnisse am ungünstigsten bei Ausnützung der großen Wassermengen unserer Ströme, wenn deren Gefälle, sei es durch Kanäle oder durch Aufstauung im Flusse selbst konzentriert werden, während die billigsten Kräfte überhaupt durch Ausnutzung der Gebirgsflüsse unter Anwendung von sehr hohen Gefällen erhalten werden, wie dies die letzten Spalten der Zahlentafel zeigen.

B. Die Betriebskosten für Wasserwerke.

Die Betriebskosten setzen sich zusammen aus den direkten und den indirekten.

a) Unter indirekten Betriebskosten versteht man alle jene Ausgaben, die zur Verzinsung und Tilgung des Anlagekapitals, der Anlegung von Amortisations- und Reservefonds dienen.

b) Die direkten Betriebskosten umfassen die Ausgaben für Gehälter und Löhne, den Gebrauch von Schmieröl und Putzmaterialien, für den Kohlenverbrauch bei einer eventuellen Dampfaushilfe, die Kosten für Reparaturen und Erneuerung einzelner Teile. Feuer-, Unfall-, Lebensversicherung, Entschädigung für Wasserentziehung, Steuern, Gebühren u. s. w.

1. Indirekte Betriebskosten.

a) Verzinsung des Anlagekapitals.

Diese wird festgelegt durch den Zinsfuß, mit welchem man dem Geldgeber sein Kapital verzinsen muß. Dieser schwankt nach den heutigen Verhältnissen je nach der Güte des Unternehmens zwischen $3^1/_2$—6 Proz. Hierunter dürfen nicht gerechnet werden die mit dem Erwerbe des Bodens beginnenden Zinsen des Baukapitals; letztere bilden vielmehr einen Teil der gesamten Herstellungskosten. Erst von der Inbetriebsetzung an beginnt die Verzinsung des eigentlichen Anlagekapitals.

b) Die Amortisation.

Die Bestimmungen hiefür bemessen sich ganz nach den Verhältnissen des jeweiligen Unternehmens, nur soviel läßt sich ganz allgemein sagen, daß das Anlagekapital spätestens dann wieder zu dem ursprünglichen Fond angesammelt sein soll, wenn die Anlage erneuerungsbedürftig ist. Die Amortisation ist also zunächst abhängig von der mutmaßlichen Lebensdauer der betr. An-

Tabelle 11.

Kosten von Wasserkraftanlagen.

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Gefälle Mtr.	Leistung P. S.	Gesamtkosten Frs.	Kosten für 1 P. S.	Bemerkungen
1	Luzern	0,6—1,2	288	550 000	1909,7	Einschl. eines Gewerbegebäudes von 3 Stockwerken und 770 Mtr. Grundfläche.
2	Schaffhausen	4,2—4,8	2 700	1 825 000	675,5	2 getrennte Werke einschl. Kraft-, Licht- u. Verteilungsnetz.
3	Kubel (b. St. Gallen) .	90	5 000	5 370 000	1074	Einschl. Sammelbecken von 1,5 Mill. Kubikm. Stauinhalt, elektr. Anlagen u. Dampfaushilfe von 1000 P. S.
4	Gersthofen am Lech . .	10—10,5	6 000	4 062 500	677,7	Ohne Grunderwerb u. den elektr. Teil.
5	Augsburg		9 100	9 375 000	1030	
6	Heimbach (Urftalsperre) .	70—110	16 500	10 625 000	644	Einschl. Sammelbecken von 45,5 Mill. Stauinhalt u. Verteilungsnetz auf 20—30 Kilom.
7	Rheinfelden	2,8—4,9	16 800	6 125 000	364,6	Mit elektrischen Anlagen.
8	Chèvres (Rhône) . . .	4,3—8,1	9 600 bis 13 000	5 220 000	490	(Berechnet nach der mittl. Leistung.)
9	Kraftwerke der Stadt Lyon (Zonage)	10—12	22 750	32 500 000	1437,5	Einschl. elektr. Anlagen.
10	Rheinwasserkraftwerk . . (bei Mühlhausen)	7,3—9,2	23 000	15 375 000	662,5 150	Projekt einschl. Grunderwerb, aber ohne elektr. Anlagen. An der Turbinenwelle.
11	Chèdde	139	10 000		212,5 545	Einschl. elektr. Einrichtung. An der Turbinenwelle.
12	Champ	37,4	5 300	4 500 000	1187	Einschl. elektr. Anlagen.
13	Linthal (Kanton Glarus) .	250	1 000	356 480	356,5	Einschl. elektr. Anlagen.
14	Albulawerke . . . . . (Kanton Graubünden)	142,2	23 800	10 685 000	449	Projekt. Aber im Bau begriffen. Einschl. Kraftübertragung nach Zürich (135 Kilom.).
15	Felsenau (Bern) . . .	12	4 500	2 000 000	444	Projekt zur Versorgung der Stadt Bern einschl. elektr. Anlagen.
16	Schüpfheim (Bern) . .		70—100	155 000	1823	Einschl. elektr. Anlagen. Die Aktionäre haben bis jetzt noch keine Dividende bezogen. (Eröffnung 1899).
17	Engelberg (Luzern) . .	300	8 600	5 200 000	605	Einschl. elektr. Anlagen.
18	Heiden		100—120	320 000	2909	Die Aktionäre haben noch keine Dividende erhalten, ein-

19	Olten Clarburg . . .		3 200	5 236 070	1636	
20	Rheintal (Binnenkanal) .	3 à 3	1 750	1 100 000	630	Einschl. Überleitung des Werdenberger Binnenkanal i. d. Rheintal. B. K. 2 Unterstationen, Hauptzentrale, Leitungsnetz von 50 Kilom. Ausdehnung u. elektr. Ausrüstung.
21	Kurhaus Tarasp . . . (Kanton Graubünden)		70	100 000	1428	Dient als private Lichtanlage.
22	Maigrange . . . . . (Tribourg-Suisse)	10	900	585 000	650	Die Gesamtkosten beziehen sich auf die Ankaufssumme aus 2. Hand.
23	Tussy-haute rive . . . (Tribourg S.)	55,7	6 600	3 651 632	553	Einschl. elektr. Anlage.
24	Bernau	5—6	7 500	7 500 000	1000	
25	Hagneck b. Bil (a. d. Aare)	4,9	4 600	3 375 000	734	
26	Kanderwerk		4 300	3 225 000	750	
27	Olten-Arburg		2 650,	3 447 500	1301	
28	Rathausen		1 300	17 500 000	1308	
29	Etzel (Var. III) . . .	450	19 000	18 900 000	1000	Verschiedene Projekte, welche je nach dem Ausbau des Stauweihers eine andere Leistung ergeben, sowie verschiedene Anlagekosten.
30	Etzel (Var. IV) . . .	450	28 000	23 500 000	835	
31	Etzel (Var. V)	450	60 000	35 670 000	590	
32	Elektrizitätswerk a. d. Sihl	62—74	1 600	2 047 000	1280	Einschl. Kraftübertragung.
33	Légles (Joerdem) . . .		1 800	1 608 000	890	
34	La Goule (St. Imier) .		2 150	1 608 000	750	
35	Bex société des forces motrieces	162	2 400	492 000	205	
36	Wynau	4	3 750	3 000 000	800	
37	Eglisau	2—6,5	8 820	6 338 000	718	Einschl. Fernleitung.
38	Wasserkraftsanlage a. d. Etsch bei Verona . .	6—7	2 000	1 200 000	600	Ohne Netz.
39	St. Lawiance, Power Company (Massena S. U. A.)	9,7	70 000	2 500 000	350	
40	Shavinigan-Falls . . . (Canada)	43	30 000	37 500 000	1250	Viel Fabrikterrain inbegriffen, daher die Verteuerung.
41	Niagara. Niag. Falls Power Comp. . . .	42,6	50 000	71 875 000	1437,5	Fabriken und Kraftübertragungen inbegriffen.
42	Glomme Felly (Norwegen)	16—19	26 000	13 875 000	533	
43	Kristiansand S. . . .			1 434 293	659	

Tabelle 11.

Kosten von Wasserkraftanlagen.

Lfd. Nr.	Bezeichnung	Gefälle Mtr.	Leistung P. S.	Gesamtkosten Frs.	Kosten für 1 P. S.	Bemerkungen
1	Luzern	0,6—1,2	288	550 000	1909,7	Einschl. eines Gewerbegebäudes von 3 Stockwerken und 770 Mtr. Grundfläche.
2	Schaffhausen	4,2—4,8	2 700	1 825 000	675,5	2 getrennte Werke einschl. Kraft-, Licht- u. Verteilungsnetz.
3	Kubel (b. St. Gallen) .	90	5 000	5 370 000	1074	Einschl. Sammelbecken von 1,5 Mill. Kubikm. Stauinhalt, elektr. Anlagen u. Dampfaushilfe von 1000 P. S.
4	Gersthofen am Lech . .	10—10,5	6 000	4 062 500	677,7	Ohne Grunderwerb u. den elektr. Teil.
5	Augsburg		9 100	9 375 000	1030	
6	Heimbach (Urftalsperre) .	70—110	16 500	10 625 000	644	Einschl. Sammelbecken von 45,5 Mill. Stauinhalt u. Verteilungsnetz auf 20—30 Kilom.
7	Rheinfelden	2,8—4,9	16 800	6 125 000	364,6	Mit elektrischen Anlagen.
8	Chèvres (Rhône) . . .	4,3—8,1	9 600 bis 13 000	5 220 000	490	(Berechnet nach der mittl. Leistung.)
9	Kraftwerke der Stadt Lyon (Jonage)	10—12	22 750	32 500 000	1437,5	Einschl. elektr. Anlagen.
10	Rheinwasserkraftwerk . . (bei Mühlhausen)	7,3—9,2	23 000	15 375 000	662,5 150	Projekt einschl. Grunderwerb, aber ohne elektr. Anlagen. An der Turbinenwelle.
11	Chèdde	139	10 000		212,5 545	Einschl. elektr. Einrichtung. An der Turbinenwelle.
12	Champ	37,4	5 300	4 500 000	1187	Einschl. elektr. Anlagen.
13	Linthal (Kanton Glarus) .	250	1 000	356 480	356,5	Einschl. elektr. Anlagen.
14	Albulawerke . . . . . (Kanton Graubünden)	142,2	23 800	10 685 000	449	Projekt. Aber im Bau begriffen. Einschl. Kraftübertragung nach Zürich (135 Kilom.).
15	Felsenau (Bern) . . .	12	4 500	2 000 000	444	Projekt zur Versorgung der Stadt Bern einschl. elektr. Anlagen.
16	Schüpfheim (Bern) . .		70—100	155 000	1823	Einschl. elektr. Anlagen. Die Aktionäre haben bis jetzt noch keine Dividende bezogen. (Eröffnung 1899).
17	Engelberg (Luzern) . .	300	8 600	5 200 000	605	Einschl. elektr. Anlagen.
18	Heiden		100—120	320 000	2909	Die Aktionäre haben noch keine Dividende erhalten, ein-

19	Olten Clarburg . . .		3 200	5 236 070	1636	
20	Rheintal (Binnenkanal) .	3 à 3	1 750	1 100 000	630	Einschl. Überleitung des Werdenberger Binnenkanal i. d. Rheintal. B. K. 2 Unterstationen, Hauptzentrale, Leitungsnetz von 50 Kilom. Ausdehnung u. elektr. Ausrüstung.
21	Kurhaus Tarasp . . . (Kanton Graubünden)		70	100 000	1428	Dient als private Lichtanlage.
22	Maigrange . . . . . (Tribourg-Suisse)	10	900	585 000	650	Die Gesamtkosten beziehen sich auf die Ankaufssumme aus 2. Hand.
23	Tussy-haute rive . . . (Tribourg S.)	55,7	6 600	3 651 632	553	Einschl. elektr. Anlage.
24	Bernau	5—6	7 500	7 500 000	1000	
25	Hagneck b. Bil (a. d. Aare)	4,9	4 600	3 375 000	734	
26	Kanderwerk		4 300	3 225 000	750	
27	Olten-Arburg		2 650,	3 447 500	1301	
28	Rathausen		1 300	17 500 000	1308	
29	Etzel (Var. III) . . .	450	19 000	18 900 000	1000	} Verschiedene Projekte, welche je nach dem Ausbau des Stauweihers eine andere Leistung ergeben, sowie verschiedene Anlagekosten.
30	Etzel (Var. IV) . . .	450	28 000	23 500 000	835	
31	Etzel (Var. V)	450	60 000	35 670 000	590	
32	Elektrizitätswerk a. d. Sihl	62—74	1 600	2 047 000	1280	Einschl. Kraftübertragung.
33	Légles (Joerdem) . . .		1 800	1 608 000	890	
34	La Goule (St. Imier) .		2 150	1 608 000	750	
35	Bex société des forces motrieces	162	2 400	492 000	205	
36	Wynau	4	3 750	3 000 000	800	
37	Eglisau	2—6,5	8 820	6 338 000	718	Einschl. Fernleitung.
38	Wasserkraftsanlage a. d. Etsch bei Verona . .	6—7	2 000	1 200 000	600	Ohne Netz.
39	St. Lawiance, Power Company (Massena S. U. A.)	9,7	70 000	2 500 000	350	
40	Shavinigan-Falls . . . (Canada)	43	30 000	37 500 000	1250	Viel Fabrikterrain inbegriffen, daher die Verteuerung.
41	Niagara. Niag. Falls Power Comp. . . .	42,6	50 000	71 875 000	1437,5	Fabriken und Kraftübertragungen inbegriffen.
42	Glomme Felly (Norwegen)	16—19	26 000	13 875 000	533	
43	Kristianssand S. . . .			1 434 293	659	

Tabelle 12.

Anlagekosten für 6000 effektive Pferdestärken.

	I. 5 Turbinen je 1200 PS. 1 Reserveturbine 1200 PS. Mk.	II. 5 Turbinen je 1200 PS. 2 Reservedampfmaschinen je 1200 PS. Mk.	III. 4 Dampfmaschinen je 1500 PS. 1 Reservedampfmasch. 1500 PS. Mk.	IV. 6 Gichtgasmotoren je 1000 PS. 1 Reservemotor von 1000 PS. Mk.
A. Kosten der Kraft an der Welle der Antriebsmotoren.				
1. Grunderwerb, Wasserrechte und Vorarbeiten				
Summe 1	100 000	100 000 + 100 000	50 000	50 000
2. Bauarbeiten: a) Maschinenhaus inkl. Maschinenfundamenten, Laufkran, Kesseleinmauerung, Schornstein und Wasserbeschaffung	130 000	110 000 + 130 000	400 000	510 000
b) Wehre, Reservoire inkl. Schützen und Rechen	500 000	480 000 —	—	—
c) Kanäle, Tunnels und Hauptrohrleitung	570 000	560 000 —	—	—
Summe 2	1 200 000	1 150 000 + 130 000	400 000	510 000
3. Maschinenanlage: a) Turbinen inkl. Anschlußrohre u. Schiebern, bezw. Dampfmaschinen, bezw. Gasmotoren	300 000	250 000 + 225 000	690 000	1 030 000
b) Dampfkessel inkl. Pumpen, Wasserreiniger, Rohrleitung und Kohlentransportanlagen, bezw. Reinigungsanlagen, Gasometer, Pumpen und Rohrleitung für die Gasmotoren	—	— + 215 000	660 000	330 000
Summe 3	300 000	250 000 + 440 000	1 350 000	1 360 000

Anlagekosten bis einschl. Motorwelle				
Summe 1 + 2 + 3 = Summe a	1 600 000	1 500 000 + 580 000 2 080 000	1 800 000	1 920 000
Verfügbare Leistung an der Welle der Antriebsmotoren 6000 eff. P.S.				
Anlagekosten pro eff. P.S. **Summe a** / 6000	**267**	**347**	**300**	**320**

B. Übertragung der mechanischen Energie (Kraftübertragung) auf 10 km Entfernung mittelst Primärdynamos (Fernleitung) für 10 000 Volt und Sekundärmaschinen in der Unterstation. Gesamtverlust der Kraftübertragung 20 %.

a) Elektr. Einrichtung der Primärstation: Dynamos, Verbindungsleitungen und Schaltanlage	315 000	375 000	335 000	315 000
b) Fernleitung, Kabel für 10 000 Volt	240 000	240 000	240 000	240 000
c) Sekundärmaschinen und Schaltanlage in der Unterstation, Anlagekosten der Kraftübertragung	265 000	265 000	265 000	265 000
Summe 4	820 000	880 000	840 000	820 000
Anlagekosten bis einschl. Welle der Sekundärmaschine				
Summe a + 4 = Summe b	2 420 000	2 960 000	264 000	274 000
Verfügbare mechanische Leistung an der Welle der Sekundärmaschinen 6000 × 0,80 = 4800 eff. P.S.				
Anlagekosten pro übertragen P.S. **Summe b** / 4800	**504**	**617**	**550**	**571**

Kosten der Wasserkraft bei hohen und niederen Gefällen.

	Kleine Leistungen				Mittlere Leistungen				Große Leistungen							
	mäßige Relativgefälle, kleine absolute Gefälle				günstige Relativgefälle, mittl. absolute Gefälle, Ausnutzung verschieden großer Wassermengen				mäßige Relativgefälle, Konzentrierung des Gefälles a) mittels Kanals b) durch Aufstauen i. Flusse selbst				sehr günst. Relativgefälle, große absolute Gefälle			
	Sabe bei Dorndorf		Amper bei Dachau		Mangfall bei Darching		Mangfall b. Rosenheim		Kl. Rhein b. Straßbg.		Isar bei Landshut		Sill bei Matrei		Wattenbach b. Wattens.	
Gefälle	1,5 m		2 m		3 m		3,4 m		4,8 m		3,5 m		80 m		300 m	
Sekundliche Wassermenge	16 cbm		12 cbm		8 cbm		16 cbm		85 cbm		120 cbm		7,5 cbm		3 cbm	
Leistung	240 PS.		240 PS.		240 PS.		540 PS.		4000 PS.		4000 PS.		6000 PS.		9000 PS.	
	im ganzen Mk.	für 1 PS. Mk.	im ganzen Mk.	für 1 PS. Mk.	im ganzen Mk.	für 1 PS. Mk.	im ganzen Mk.	für 1 PS. Mk.	im ganzen Mk.	für 1 PS. Mk.	im ganzen Mk.	für 1 PS. Mk.	im ganzen Mk.	für 1 PS. Mk.	im ganzen Mk.	für 1 PS. Mk.
1. Vorarbeiten, Wasserrechte, Grunderwerb, ausschließl. d. vorhand. Bauten	24000	100	18000	75	16000	67	30000	55	80000	20	60000	15	30000	5	80000	9
2. Wehr- u. Kanalanlage einschließlich Rechen, Schützen, Behälter, Druckleitungen, Wege u. Zufahrtsstraßen u. einschließl. der vorhandenen Bauten	110000	460	90000	375	80000	333	150000	280	1200000	300	500000	125	850000	141	120000	134
3. Turbinenanlage, Turbinenhaus mit Laufkran, Turb. m. Regulator., Werkstatteinrichtung usw.	106000	440	84000	350	60000	250	100000	185	420000	105	740000	185	320000	54	340000	37
Gesamtbausumme	240000	**1000**	192000	**800**	156000	**650**	280000	**520**	1700000	**425**	1300000	**325**	1200000	**200**	1620000	**180**

Nach Oskar von Miller, Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure 1903.

Tabelle 14.

Betriebskosten von Elektrizitätswerken, welche mit Wasserkraft und einer anderen Reservekraft arbeiten.

Ort	Leistungsfähigkeit d. Werkes in K.W.	Brennmaterial Mk.	Schmier, Pack- und Dichtmaterial Mk.	Gehälter und Löhne Mk.	Unterhaltung Mk.	Sonstiges Mk.	Insgesamt Mk.	Pro nutzbar abgegebene Kilowattstunde Pfg.	Durchschnitt 9 betr. Kategor. 4 von Dampfelektr.-Werks pro K.W. Pfg.
Cassel	1733	89729	3861	59671	44313	22575	210149	9,73	13
Crottorf	750	17474	3062				72263	18,54	14
Heilbronn	1145	41430	1401	20297	7050	19900	91951	12,83	13
Kandern	170	1235	378	3542	2486	2932	10573	21,52	16
Kehl	1081	1292	2530	15113	1233	1746	21914	3,38	13
Kristiania	5360	16130	3374	110320	64736	86187	280747	4,67	10
Metzingen	107	—	121	3881	860	3245	8107	13,30	16
München, Städtisches Elektr.-Werk . .	10881	507499	43399	411733	104696	122937	1190266	9,90	10
Naumburg	110	501	98	5141	3573	1145	10458	16,68	16
Neuhaus, Bahnw. .	175	4420	929	4339	894	—	10582	17,51	16
Pforzheim	1381	22023	3875	35453	16836	21423	101669	11,79	13
Solingen, Berg.-Elektr.-Werk . .	2752	84745	120000	55331	33125	62209	247554	8,27	12
Stuttgart	5570	132235	8766	181445	35685	137021	502252	7,89	10
Zell	985	188	296	16950	2946	6411	26791	2,47	14
Zürich	5600	309960	11330	72770	52970	69980	544270	13,76	10

Tabelle 15.

Betriebskosten für 6000 effektive Pferdestärke.

	I.	II.		III.	IV.					
	5 Turbinen je 1200 P.S. 1 Reserveturbine 1200 P.S.	5 Turbinen je 1200 P.S.	2 Reservedampfmaschinen je 1200 P.S.	4 Dampfmaschinen je 1500 P.S. 1 Reservemaschine 1500 P.S.	6 Gichtgasmotoren je 1000 P.S. 1 Reservemotor 1000 P.S.					
	Mk.	Mk.		Mk.	Mk.					
A. Betriebskosten an der Welle der Antriebsmaschinen.										
1. Kapitalzins 4%, Abschreibung, Reparaturen, Bauten $1^1/_2$%, Maschinen 10% bezw. 6%	112 000	102 050	+ 51 550	213 000	220 450					
2. Schmier- und Putzmaterial	12 000	11 000	+ 7 500	45 000	55 000					
3. Bedienung, Betriebskosten an der Welle der Antriebsmotore exkl. Kosten f. Kohle bezw. Gas	10 800	10 800	+ 3 900	21 600	18 600					
Summa A	134 800	186 800		279 600	294 050					
Jährl. Leistung 46000000 eff. P.S.-Stunden, daher Betriebskosten exkl. Kohle, bezw. Gas an der Welle		41,4 Mill. P.S.-Std. à 0,24	4,6 Mill. P.S.-Std. à 1,37							
der Antriebsmaschinen $\frac{\text{Summa A}}{46000000} \times 100$ Pf.	0,29	0,41		0,61	0,65					
Kohlenpreis pro kg bezw. Gaspreis pro cbm	—	2	3	4	0,5	1	1,5	0,1	0,2	0,3
4. Kohlen- bezw. Gaskosten pro P.S.-Stunde 1 P.S.-Stunde verbraucht 1 kg Kohle, bezw. 3,5 cbm Gas	—	0,20	0,30	0,40	0,50	1,00	1,50	0,35	0,70	1,05
Gesamtbetriebskosten pro eff. P.S.-Stunde an der Welle der Antriebsmaschinen . . .	**0,29**	**0,61**	**0,71**	**0,81**	**1,11**	**1,61**	**2,11**	**1,00**	**1,35**	**1,70**

B. Übertragung der mechan. Energie auf 10 km Entfernung mittelst primärer Dynamos, Fernleitung für 1000 Volt und Elektromotoren in der Unterstation. Gesamtverlust der Kraftübertragung 20%

1. Kapitalzins 4%, Abschreibung und Reparaturen für Maschinen 10%, Leitung 3%										
a) für die elektr. Einrichtung der primären Station und der Unterstation	81 200	89 600			84 000			81 200		
b) für die Linie	16 800	16 800			16 800			16 800		
2. Schmier- und Putzmaterial für die elektr. Einrichtung der primären und Unterstation	5 000	5 000			5 000			5 000		
3. Bedienung in der primären und Unterstation	7 000	9 000			9 000			9 000		
Betriebskosten d. Kraftübertragung Summa I	112 000	120 400			114 800			112 000		
Betriebskosten an der Welle der Sekundärmaschinen inkl. Kosten für Kohle bezw. Gas Summa A + I = Summa B	246 800	307 200			394 400			406 050		
Jährl. übertragene Leistung an der Welle der Sekundärmaschine 46 000 000 × 0,80 = 36 800 000 P.S.-Stunden; daher Kosten pr. übertragene P.S.-St. exkl. Kohle bezw. Gas $\frac{\text{Summa B}}{36\,800\,000} \times 100$	0,65	0,83			1,07			1,11		
4. Kohlen- bezw. Gaskosten pro übertragene P.S.-Stunden. 1 P.S.-Stunde an der Welle der Sekundärmaschine verbraucht primär $\frac{1}{0,80}$ kg = 1,25 kg Kohle bezw. $\frac{3,5}{0,80}$ cbm = 4,37 cbm Gas	—	0,25	0,37	0,50	0,63	1,25	1,88	0,44	0,88	1,32
Gesamtbetriebskosten pro übertragene P.S.-Stunden an der Welle der Sekundärmaschinen	0,65	1,08	1,20	1,33	1,70	2,32	2,95	1,55	1,99	2,43

Tabelle 16.

Verteilung der Betriebskosten der Elektrizitätswerke Deutschlands.

Werke mit einer Gesamtleistungsfähigkeit in Kilowatt von	Auf 1 K.W. Gesamt-Zentralenleistung enthalten an direkten Betriebskosten folgende Beträge (pro Jahr):						
	1. Für Brennmaterial Mk.	2. Schmier-, Pack- und Dichtungsmaterial Mk.	3. Gehälter und Löhne Mk.	4. Unterhaltung Mk.	5. Sonstige Betriebsunkosten Mk.	6. Gesamte direkte Betriebskosten als Summe von 1—5 Mk.	7. pro K.W.-Stunde Mk.
über 5000 K.W. . .	29,6	3,1	29,0	10,2	11,1	83	0,10
über 2000 bis 5000 K.W.	38,2	3,1	26,4	12,3	15,0	95	0,12
„ 1000 „ 2000 „	38,1	3,4	28,4	10,4	17,7	98	0,13
„ 500 „ 1000 „	30,7	4,2	31,1	10,8	20,2	97	0,14
„ 250 „ 500 „	35,5	4,4	35,5	7,9	17,7	101	0,15
„ 100 „ 250 „	35,5	3,6	39,0	9,9	22,0	110	0,16
unter 100 K.W. . . .	42,6	6,1	59,0	21,5	8,8	138	0,20
Mittel	36,0	3,9	34,1	11,2	17,2	103	0,143

lage, dann aber auch ganz naturgemäß von der Höhe des zu zahlenden Zinsfußes.

Da sich die einzelnen Teile der Anlage nicht zu gleicher Zeit in gleichem Maße abnutzen, so wird häufig folgendermaßen abgeschrieben:

Baulichkeiten	mit	2	Proz.
Dampfmaschinenanlage . . .	„	5	„
Turbinenanlage	„	5	„
Dynamomaschinen	„	5	„
Akkumulatoren	„	10	„
Freileitungsnetz	„	3,3	„
Kabelnetz	„	5	„
Rest der Bausumme	„	4	„

Bei Privatunternehmungen wird neben der Amortisation nicht selten noch ein Erneuerungsfond in dem Sinne gebildet, daß die Summe aus dem jeweiligen Wert der Anlage und dem aufgesammelten Erneuerungsbetrage in jedem Augenblick dem Nennwert der Anlage entspricht.

Diese Wirtschaftsform ist besonders dann von Wichtigkeit, wenn die Maschinen durch neue Erfindungen entwertet werden, obwohl ihr Gebrauchswert derselbe bleibt. Das Kraftwerk würde mit seinem alten Betriebe neu eingerichteten Unternehmungen gegenüber nicht mehr konkurrenzfähig sein. Daß natürlich die Errichtung eines Erneuerungsfonds eine große Belastung für das Unternehmen bedeutet, bedarf keiner näheren Begründung.

2. Direkte Betriebskosten.

Während die Feststellung der indirekten Betriebskosten sich ziemlich einfach gestaltet, begegnet man bei einer Zusammenstellung der direkten erheblichen Schwierigkeiten, da sich hiebei keine allgemein gültigen Angaben

Tabelle 17.

Betriebskosten in Prozenten der Anlagekosten.

Bauwerk	Unterhaltung, Verzinsung, Tilgung, Verwaltung bezw. Bedienung	Unterhaltung, Bedienung und Betrieb	Tilgung	Bemerkungen
Große Talsperren ohne Kraftwerk . . .	$4^1/_4$	$^1/_4$	$^1/_2$	Bei Dampf-Elektrizitätswerken rechnet man für die Verzinsung und Tilgung 6—8 % des gesamten Anlagekapitals, für die direkten Betriebskosten 6—7 %.
Große Talsperre mit Kraftwerk ohne elektrische Übertragung	5	$^1/_2$—$^3/_4$	1	
Große Talsperren mit elektr. Übertragung	10	2	4	
Kleinere Talsperren, Wehre, Betriebskanäle, Stollen und ähnliche Werke der Wasserfassung . .	6—7	$1^1/_2$	1—2	
Maschinen, elektrische Anlagen, Leitungsnetze:				
Große Anlagen . .	10	2	5	
Mittlere Anlagen . .	12—15	4—5	5—7	
Kraftgebäude . . .	$6^1/_2$—8	1	2	
Druckrohrleitungen u. Leitungen in der Erde	5—6	$^1/_2$	1—2	
Wasserkraftanlagen mittlerer Größe ohne elektr. Übertragung	10—11	3	3—4	

machen lassen. Die Gehälter und Löhne sind verschieden je nach dem Orte, wo sich eine Anlage befindet, ebenso auch die übrigen sonst darunter fallenden Posten, namentlich die für eine eventuelle Dampfaushilfe benötigten Kohlen.

Mattern (l. c.) stellt für die gesamten Betriebskosten von Wasserkraftanlagen folgende Tabelle auf (Tabelle 17) unter Zugrundelegung eines Zinsfußes von $3^1/_2\,\%$. Hieraus ist ersichtlich die Überlegenheit der Großbetriebe über den Kleinbetrieb; große Werke haben jährlich nur $5\,\%$, kleinere $6—7\,\%$ des Anlagekapitals für Unterhaltung, Verzinsung ꝛc. auszugeben. Außerdem zeigt sich aber auch, daß der intensive Betrieb dem extensiven bei weitem überlegen ist.

3. Kapitel.

Die Wasserkraftnutzung.

Der Nutzbarmachung der Wasserkräfte ist die Entwicklung der Elektrotechnik vorausgegangen, die Elektrizität bildet, wie schon erwähnt, das Transmissionsglied zwischen Erzeugung und Verbrauch der Kraft. Es liegt auf der Hand, daß diese neue motorische Kraft erhebliche Betriebsveränderungen verursacht hat und für die Zukunft noch im Gefolge haben wird. Angefangen vom Handwerksbetriebe bis hinauf zur Großindustrie hat man der Ausnutzung der Wasserkraft sein Augenmerk zugewandt, überall finden wir auf diesem Gebiete eine lebhafte Bewegung und, es mag schon hier bemerkt sein, nicht selten eine Überschätzung der wirtschaftlichen Bedeutung der Wasserkräfte.

Um ein annähernd klares Bild über die soziale Seite der Wasserkraft zu bekommen, müssen wir, soweit der Zweck dieser Darstellung es erfordert und zuläßt, eine kurze Um-

schau halten über die Verwendbarkeit der Elektrizität bei den verschiedenen Schichten der Menschheit. Die Geschichte der Elektrizität zeigt uns, mit welch verblüffender Schnelligkeit dieselbe in allen Gebieten menschlicher Tätigkeit sich eingebürgert hat; nur ein oberflächliches Bild über das zunehmende Bedürfnis an Elektrizität möge nachstehende Tabelle geben.

Tabelle 18.

Vor Ende 1888 waren in Deutschland erst 15 Elektrizitätswerke im Betriebe.

Im	Jahre	1889	wurden	in	Deutschland	7	Elektr.-Werke	in	Betrieb	gesetzt.
„	„	1890	„	„	„	8	„	„	„	„
„	„	1891	„	„	„	13	„	„	„	„
„	„	1892	„	„	„	22	„	„	„	„
„	„	1893	„	„	„	31	„	„	„	„
„	„	1894	„	„	„	36	„	„	„	„
„	„	1895	„	„	„	63	„	„	„	„
„	„	1896	„	„	„	74	„	„	„	„
„	„	1897	„	„	„	106	„	„	„	„
„	„	1898	„	„	„	152	„	„	„	„
„	„	1899	„	„	„	138	„	„	„	„
„	„	1900	„	„	„	140	„	„	„	„
„	„	1901	„	„	„	88	„	„	„	„
„	„	1902	„	„	„	62	„	„	„	„
„	„	1903	„	„	„	55	„	„	„	„
bis 1. April		1904	„	„	„	18	„	„	„	„
						1028				

A. Die Wasserkraft im Kleinbetriebe.

a) Mühlen und landwirtschaftlicher Betrieb.

Der geschichtliche Überblick hat uns gezeigt, daß die Wasserkraft schon in frühester Zeit in den Dienst der Menschheit gestellt wurde und zwar hauptsächlich als motorische Kraft für den Mühlenbetreib. Mit geringen

Anlage- und Betriebskosten konnten sie arbeiten und trotzdem finden wir, daß gerade diese Kleinmühlen teilweise schon verfallen, teilweise ihrem unrettbaren Verfall entgegensehen.

In der Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft S. 139 (1907) bespricht Ökonomierat Hempel in einem Aufsatz über die Zukunft der deutschen Müllerei die Lage der Kleinmühlen:

Es ist allerdings eine jedem Kenner der Verhältnisse bekannte Tatsache, daß die kleineren, und namentlich die sog. Lohnmühlen, die zum großen Teil abseits vom Verkehre liegen und auch meistens nicht genügend Kapitalverbindungen haben, um die jeweiligen Konjunkturen ausnützen zu können, heute nicht mehr prosperieren und von den an den Knotenpunkten des Verkehrs oder in den Hafenstädten entstandenen Großmühlen mehr und mehr überflügelt werden. — Dem Zuge und dem Bedürfnisse der Zeit entsprechend sollen sie sich in größtem Umfange in elektrische Kraftstationen umwandeln — als Elektrizitätsmühlen gewissermaßen wieder auferstehen, um dann von neuem, wie früher, erfolgreich in das ländliche und kleingewerbliche Leben mit einzugreifen! Dadurch würden sie einerseits aus ihrer drückenden Lage befreit, andererseits aus der bedrohlichen Überproduktion in der Mehlerzeugung ganz ausgeschaltet.

Unsere Landwirtschaft — so fährt er fort — ist gezwungen, sowohl wegen Verbilligung und Verfeinerung ihres Betriebes als auch wegen des Arbeitsmangels auf dem Lande einen umfassenden elektrischen Wirtschaftsbetrieb nicht nur auf einzelnen Gütern, sondern vor allem auch in den Dorfschaften, in Haus und Hof, in den Werkstätten und möglichst auch auf dem Felde beim Pflügen, Abernten und Dreschen einzurichten. Dazu gehören keine

übermäßig große, wohl aber gut verteilte Kräfte, wie sie die vielen Wassertriebwerke mit einigen Dampfreserven wohl bieten können.

Die Wichtigkeit des hier berührten kulturellen Gebietes veranlaßt uns zu etwas eingehenderer Erörterung. Das Bestreben, die kostspielige tierische Kraft in landwirtschaftlichen Betrieben durch mechanische Triebkräfte zu ersetzen ist sehr alt; es liegt aber in der Natur der Sache, daß die Landwirtschaft Motore benötigt, welche nicht stationärer Natur sind. Daher wurde ein maschineller Betrieb in ausgedehnterem Maße erst möglich, als die Lokomobile Eingang in die landwirtschaftlichen Betriebe gewann. Dem Vorteile der Transportabilität der Lokomobile stehen jedoch gewisse Nachteile gegenüber; einmal erfordert die beständige Zufuhr von Wasser und Kohle nicht unbeträchtliche Hilfskräfte an Gespann und Menschen, ferner weisen Dampflokomobilen für größere Leistungen Gewichte auf, welche einen Transport auf hügeligem oder weichem Terrain erschweren, ja zuweilen unmöglich machen.

Erst die Elektrizität brachte das Mittel, Energie in dünnen Drähten über weite Strecken fortzuleiten und an beliebiger Stelle in mechanische Kraft umzusetzen. Der elektrische Strom wird mittels einer Hochspannungsleitung durch das betreffende Areal geleitet. Um diesen Strom nutzbar zu machen, bedient man sich eines fahrbaren Transformators, der überall an die Hochspannungsleitung angeschlossen werden kann. Vom Transformator aus führt dann ein gleichfalls bewegliches Niederspannungskabel, welches ähnlich einem fahrbaren Gartenschlauch auf einer Haspel gewickelt werden kann, zur Verbrauchsstelle. Nach Vollendung der jeweiligen Arbeit, z. B. nach dem Ausdrusch einer Feldmiete werden Transformator und Kabel abgeschaltet und anderweitig verwendet.

Der elektrische Pflug, dessen Anschaffungskosten allerdings ziemlich hohe sind (35 000—50 000 Mk.) bietet wesentliche Vorteile gegenüber dem Dampfpflug, aber auch gegenüber der tierischen Kraft. An Stelle der mit Tiergespann erreichten Furchentiefe von 20—25 Zentimeter kann eine solche von 30—40 Zentimeter erzielt werden. Hierdurch wird eine Erhöhung des Bodenertrages bewirkt, welche die maschinelle Anlage vielfach rechtfertigen dürfte. Diese Tiefkultur ist naturgemäß nur bei schwererem Boden, dessen Ertragsfähigkeit durch dieselbe erst recht erschlossen wird, am Platze. Im allgemeinen wird sich diese Art des Pflügens hauptsächlich in solchen Gebieten einbürgern, welche sich durch große Produktionsdichte auszeichnen, d. h. welche pro Flächeninhalt einen hohen Bruttoertrag abwerfen, gleichviel, ob derselbe durch mehrere Ernten im Jahre oder durch besonders wertvolle Bodenfrüchte zustande kommt.

Hierzu bemerkt Hempel: Die großen landwirtschaftlichen Vereinigungen haben sich in dieser wichtigen Frage in letzter Zeit vielfach angenommen und sie auf genossenschaftlichem Wege zu lösen versucht. In verschiedenen Gegenden des Reiches, z. B. in der Provinz Hannover, sind nach und nach ganz ansehnliche Verbände entstanden, die sich mit der Zeit erweitern und verdichten lassen, wenn es gelingt, einerseits das leidige Mißtrauen und die Scheu vor Neuerungen bei manchen Hofbesitzern zu überwinden, andererseits den Bezug der elektrischen Kraft mehr zu verbilligen. Das erstere wird die wachsende praktische Erfahrung und der steigende Mangel an ländlichen Arbeitern, das letztere schließlich nur die weitgehendste Mobilmachung aller vorhandenen Wasserkräfte besorgen. Die in Frage kommenden Wasserkräfte sind, wenn auch nicht so konzentriet wie in Amerika am Niagara, auch bei

uns in Deutschland von Natur ausreichend vorhanden. Ihre Neuorganisierung ist nach langer Vernachlässigung endlich allen Ernstes in Angriff genommen worden. Abgesehen von den Flußregulierungen, deren Aufgaben zum Teil auf einem andern Gebiete liegen, sind es im besonderen die Waldverbesserungen auf den Höhen, die Verbauung der geeigneten Talschluchten durch Sperrmauern, die Eindämmung ausgedehnter Rückstaubecken vor den Bergzügen und die Schaffung großer Kanalstrecken und Hafenbasins, die eine vermehrte Aufstauung und Nutzbarmachung der Wassermassen nach und nach mit sich bringen. Eine Umgestaltung der Grabennetze in den Feldmarken, in Verbindung mit ausreichenden Sammelteichen für die Rückhaltung eines Teiles der überschüssigen Frühjahrswässer wird folgen müssen, um einer der Landwirtschaft wie auch die Industrie gleich stark bedrohenden Wasserverarmung noch rechtzeitig entgegentreten zu können *).

Bis heute hat die Wasserkraft in der Landwirtschaft noch keine große Verwendung gefunden und dies begreift sich auch leicht, wenn man berücksichtigt, wie teuer die Leitungen gerade auf ein verzweigtes Areal für den Einzelnen zu stehen kommen und wenn man bedenkt, daß die Anschaffung eines elektrischen Pfluges für ca. 40 000 Mk. mehr als die bloße Scheu vor Neuerungen zu überwinden hat!

Soll die Zukunft einige Änderungen schaffen, so muß vor allem auch darauf Bedacht genommen werden, daß dies Betriebswasser auch zu Meliorationszwecken verwendet werden kann, wie dies in folgendem Beispiele der Fall ist. Auf dem Gute Vomano bei Rom besteht eine Wasser-

*) Zoepfl: Nationalökonomie der technischen Betriebskraft.

kraftanlage, welche eine Leitung schlammführenden Wassers zur Düngung benützt und gleichzeitig das Wasser als Betriebskraft für die Bodenbearbeitung verwenden läßt. Es werden 70 P.S. gewonnen, welche zum Betriebe der landwirtschaftlichen Maschinen dienen. Von dem sehr stark gebundenen Lehmboden werden mit Verwendung von Wasserkraft in 8—10 Arbeitsstunden 2—8 Hektar auf 40 Zentimeter tief geschürft und zwar mit einem Kostenaufwande von 28,50 Frs. für Arbeiter, Materialien und Reparatur. Es stellen sich somit die Kosten für 1 P.S. pro Tag auf 0,40 Frs., die eines Pferdes oder eines paar Zugochsen auf 5 Frs. und einer Dampfkraft auf 2,70 Frs. Gleichzeitig dient das Wasser als Düngmittel. Dieses auf einem von Natur aus unfruchtbaren und trockenen Gebiete in Anwendung gebrachte Kulturverfahren wird wohl auch sonst ausführbar sein, wo reichliches, schlammführendes Wasser und entsprechendes Klima vorhanden ist.

b) Die hydraulische Kraft im Dienste von Handwerk und Hausindustrie.

Die in Handwerk- und Hausindustriellenkreisen weit verbreitete Ansicht, daß der Großbetrieb vermöge seiner billigen Betriebskraft dem Handwerk und der Hausindustrie überlegen sei, hat seit dem Siegeszuge der Elektrizität in die beteiligten Kreise wieder neue Hoffnung auf Verbesserung ihrer wirtschaftlichen Lage erweckt. Auch der Kleinmeister erachtet es wieder für möglich, eine seiner geringen Kapitalskraft proportionale Teilnahme an der Maschinenvergünstigung erreichen zu können, nachdem die wohlfeile Elementarkraft ihn in den Stand setzt, seine Werkstätte mit Arbeitsmaschinen auszurüsten. Keiner aller bisherigen Kleinmotoren ist in der Tat so geeignet

wie der Elektromotor, den Bedürfnissen des handwerksmäßigen Produzenten Genüge zu tun. Sein Energieverbrauch paßt sich am besten den verschiedensten Arbeitsmaschinen an; er läßt sich zeitlich nach Belieben benützen, da es nur eines Handgriffs zum Ein- und Ausschalten bedarf, was bei Einzelantrieb der Arbeitsmaschinen eine gewaltige Kraftersparnis bedeutet.

Die sachliche Würdigung dieser Frage nötigt uns hinzuweisen auf den Unterschied zwischen Arbeitsmaschine und Antriebsmaschine, um an der Hand dieses grundsätzlichen Unterschiedes die Unhaltbarkeit und Unerfüllbarkeit der allgemein verbreiteten Hoffnung auf endliche Wiedererweckung des Handwerks kurz begründen zu können. Als Antriebsmaschine hat der Elektromotor überall rasche Verbreitung gefunden und da und dort den Gasmotor überflügelt.

Es betrugen z. B. bei den an die Elektrizitätswerke Berlins angeschlossenen Elektromotoren:

Im Jahre	Die Zahl	Die Leistungsfähigkeit	Die abgegeb. K.W.
1888/89	—	—	12956
1889/90	28	—	69591
1890/91	—	—	274457
1891/92	121	500	186611
1892/93	232	ca. 785	238042
1893/94	380	1364	570421
1894/95	663	2366	1070926
1895/96	1347	4813	2219501
1896/97	2056	7475	4008943 *)

Die Zahl der Gasmotore, die an das städt. Berliner Leitungsnetz angeschlossen war, betrug

*) Lutz a. a. O.

1891/92	1010	mit	4239,25 P.S.
1892/93	1089	„	4757,50 „
1893/94	1123	„	5144,75 „
1894/95	1184	„	5399,75 „
1895/96	1204	„	5591,50 „
1896/97	1214	„	5862,50 „

Bezüglich der Anschaffungskosten stellt sich der Elektromotor am billigsten, wie aus nachstehender Tabelle ersichtlich ist.

Motor	Elektro	Petroleum	Gas
1/2 P.S.	520 Frs.	?	?
1 „	620 „	—	—
2 „	900 „	2100 Frs.	1950 Frs.
6—7 „	1600 „	4000 „	3750 „ (*)

Gegenüber den weitgehenden Hoffnungen einer Wiederbelebung des Kleinbetriebs durch Einführung der Elektromotoren muß zunächst berücksichtigt werden, was Dr. Sinzheimer**) so sehr betont, daß es nämlich eine Übertreibung sei, die Siege des fabrikmäßigen Großbetriebes, soweit technische Momente in Betracht kommen, lediglich aus dem Satze zu erklären, daß die Erfordernisse an Anlagekapital und Betriebskosten mit zunehmender Leistungsfähigkeit der Dampfmaschinen relativ abnehmen.

Die technische Überlegenheit der fabrikmäßigen Großbetriebe — so heißt es dort weiter — wird erst dann vollständig klar, wenn wir uns erinnern, daß die fabrik-

*) Roger de Diesbach a. a. O.

**) Münchner volkswirtschaftliche Studien, herausgegeben von Lujo Brentano und Walther Lotz: Über die Grenzen der Weiterbildung des fabrikmäßigen Großbetriebs in Deutschland von Dr. Ludwig Sinzheimer. Stuttgart 1903.

mäßigen Großbetriebe eine Fülle von Arbeitsmaschinen beschäftigen. Erst dann, wenn es gelingen sollte, dem Kleinbetrieb eine billige Arbeitsmaschinerie zur Verfügung zu stellen, die dasselbe leistet, was die Arbeitsmaschinerie der fabrikmäßigen Großbetriebe leistet, könnte davon gesprochen werden, daß der Kleinbetrieb dem fabrikmäßigen Großbetrieb gewachsen sei. Es ist ein Fehler, der sich durch die ganze eine Erhaltung des Kleinbetriebs durch Kleinmotoren erhoffende Literatur hindurchzieht, daß die bedeutsame Stellung der Arbeitsmaschinerie unter den Hilfsmitteln der fabrikmäßigen Großtechnik verkannt wird und daß man die Schwierigkeiten unterschätzt, die dem Plane im Wege stehen, dem Kleinbetrieb für ihn passende und die Vorteile der Technik großer Fabriken in sich schließende Arbeitsmaschinen zu verschaffen. Unmöglich ist es, dem Kleinbetriebe solche Arbeitsmaschinen zuzuführen, die einen für diesen unerschwinglichen Preis haben. Manchmal ist eine Arbeitsmaschine an und für sich nicht so teuer, daß der Handwerksmeister oder der hausindustrielle Arbeiter sie sich nicht erwerben könnte, aber sie ist ein organisches Glied eines Arbeitsmaschinensystems, dessen Preis so hoch ist, daß nur der Großbetrieb mit jenen Maschinen arbeiten kann. Überhaupt ist es unmöglich, in denjenigen Industrien dem Kleinbetrieb die großindustrielle Technik zugänglich zu machen, in denen die großen Fabriken mit reich differenzierten Arbeitsmaschinensystem produzieren.

Aber auch da, wo die Arbeitsmaschinerie in vielen gleichartigen Wiederholungen besteht, wo nur eine große Menge von Arbeitsmaschinen derselben Art in einer und derselben Fabrikanlage tätig sind, stehen der großen Fabrik gewichtige Vorteile zur Seite. Zunächst ist dies da der Fall, wo die Arbeitsmaschinen der großen Fabrik

und des Handwerks oder der Hausindustrie zwar von derselben Konstruktion, aber die Arbeitsmaschinen der großen Fabrik von größerer Leistungsfähigkeit sind. Für die letzteren sind nämlich relativ geringere Anschaffungskosten aufzuwenden, da diese Kosten in der Regel im umgekehrten Verhältnis zur Leistungsfähigkeit der Arbeitsmaschinen stehen. Doch auch da, wo die große Fabrik in Hinsicht auf ihre Arbeitsmaschinen nur durch die Menge derselben, weder durch die Größe noch durch die Art derselben, sich unterscheidet, ist sie manchmal im Vorteil. Sie kann nämlich ihre Arbeitsmaschinen, weil sie dieselben in größeren Mengen bezieht und weil dieselben billiger hergestellt werden können, billiger beziehen als der kleine Betrieb. Ferner kann die große Fabrik mehrere Arbeitsmaschinen durch eine einzige Person bedienen lassen, während der kleine Betrieb, der nur eine einzige Arbeitsmaschine besitzt, mehr Arbeitslohn für ihre Bedienung aufwenden muß. Auch ist das Raumerfordernis für eine große Menge in einem geschlossenen Lokal tätiger Arbeitsmaschinen geringer als für eine Reihe in dislozierten Werkstätten wirkender Arbeitsmaschinen. Schließlich können die großen Fabrikanten viel leichter rasch hintereinander auftauchende technische Verbesserungen der Arbeitsmaschinen einführen.

Die Ausstattung mit Kleinkraftmaschinen macht also den Kleinbetrieb keineswegs dem fabrikmäßigen Großbetrieb technisch ebenbürtig. Auch gegenüber dem mit Kleinmotoren ausgerüsteten Kleinbetrieb bleibt die technische Überlegenheit des fabrikmäßigen Großbetriebs bestehen *).

*) Ein typisches Beispiel einer Genossenschaft ist die Electra Birseck, Genossenschaft für Elektrizitätsverteilung Neuewelt bei Mönchenstein (Schweiz). Sie hat den Zweck, an die Beteiligten elektr. Licht und

B. Die Wasserkraft im Dienste der Großindustrie.

Schon bevor die Dampfkraft zum Betriebe der Fabriken Eingang gefunden hatte, bildete die Wasserkraft das motorische Element und mit den Errungenschaften

elektr. Kraft zu tunlichst billigen Preisen abzugeben. Ferner erstellt sie auf Abzahlung Webstuhleinrichtungen, die an die Genossenschaftsmitglieder abgeliefert werden.

Ein Unternehmen, welches einen ganz ähnlichen Zweck verfolgt, ist das der Korporationsgemeinde Luzern gehörige Gewerbegebäude und Wasserwerk am Mühlenplatz in Luzern (Das Gewerbegebäude und Wasserwerk am Mühlenplatz in Luzern. Luzern 1903). Hauptzweck dieses Gebäudes ist der, an die Kleingewerbetreibenden Werkstätteräume und Kraft zu möglichst billigen Bedingungen zur Verfügung zu stellen. In Berücksichtigung der allgemeinen Lage der Handwerker und des Gewerbestandes im Kampfe gegen den Großbetrieb hoffte man, die allgemeine Krisis zu haben und nicht nur den kleinen sondern auch den mittleren Mann gegen die großen Spezialgeschäfte, gegen den Maschinenbetrieb konkurrenzfähiger zu machen. Die Korporationsgemeinde wurde Besitzerin der Wasserkraft der Reuß mit im ganzen 180 P.S. Ein Teil der Anlage, welchem 3 Turbinen zu je 30 P.S. zur Verfügung stehen, befindet sich seit 1889 im Betriebe. Das im Zusammenhange mit dem Kraftwerke errichtete Gewerbegebäude hat eine Grundfläche von 770 Quadratm. und bietet in den 3 Stockwerken Platz für 1500 Quadratm. Werkstättenraum. Durch alle Räume des Gebäudes sind Transmissionen geführt, an denen die Mieter die gewünschte Kraft von den Wellen abziehen können. Werkstätten werden auf eine beliebige Dauer an jedermann abgegeben. Für den Quadratmeter Raum zahlt derselbe im Erdgeschoß und in den ersten Etagen 10 Frs., in den höher gelegenen 7 Frs. Der Preis für die Kraft von der Welle ab beträgt für 1 P.S. 260 Frs., für $^1/_2$ P.S. 180 und für $^1/_4$ P.S. 100 Frs. jährlich bei 13—14 stündiger Benützung. Ferner beträgt der jährliche Mietzins für das Ladenmagazin 3—2 Frs. pro Quadratm. Gegenwärtig ist das Gewerbegebäude wie folgt besetzt: 1 Buchbinder, 1 Diamantschleifer, 3 Drechsler, 1 Gürtler, 1 Schuhsohlenfabrikant, 1 Zeichnungsmaterialienfabrikant, 1 Lithograph, 1 Malermeister, 2 Mechaniker, 1 Messerschmied, 2 Feinschleifer, 1 Möbelhändler, 1 Parquettier, 1 Vergolder, 2 Schlosser und 7 Schreinermeister, im ganzen 28 Meister mit ungefähr 90 Arbeitern und Lehrlingen. Da die Bau-

der Elektrotechnik ausgerüstet, konnte sie den Konkurrenzkampf mit der Dampfkraft wieder aufnehmen und sich namentlich in der Großindustrie ein ziemlich ergiebiges Feld wieder zurückerobern. Schon im Vorausgehenden mußte auf die Bedeutung der hydraulischen Kraft im Dienste der Großindustrie zu wiederholten Malen hingewiesen werden und wenn wir uns nunmehr in einzelnen Industriezweigen, namentlich da, wo die Betriebskosten den größten Teil der Selbstkosten ausmachen, näher umsehen, so finden wir, daß es hier nicht bloßer Enthusiasmus, sondern begründeter Anlaß ist, die Vorzüge der hydraulischen Kraft sich zu nutzen zu machen.

Dies beurteilen zu können nötigt uns, kurz jene Artikel der modernen Industrie zu streifen, deren wirtschaftliche Bedeutung oder vielmehr Existenzfähigkeit auf der Ausnützung der Wasserkraft beruht.

Wir nennen vor allem das Calciumkarbid, welches als industrielles Erzeugnis erst 1894 in den Handel kam. Freilich war es schon 1836 von Darry und Wöhler hergestellt worden, allein seine Verwertung ist erst durch Zuhilfenahme des elektrischen Lichtbogens möglich geworden. Man kann im Durchschnitt mit 1 P.S. pro Jahr eine Tonne Karbid erzeugen; bei dem heutigen Preise ab Einbruchstelle von 220 Mk. pro Tonne machen demnach die Energiekosten einen großen Teil der Selbstkosten. Die Billigkeit der Kraft ist demnach ein wesentlicher Faktor

---

kosten sich auf 439330 Frs. bezifferten, die Jahreseinnahmen indessen 20000 Frs. betragen, verbleibt lediglich eine Bruttoverzinsung von $4^1/_2$ Proz. zu verzeichnen.

So begrüßenswert dieser Zusammenschluß der Handwerker auch sein mag, die Konkurrenz mit dem Großindustriellen kann sie nicht aushalten, letztere vermag die Vorteile, die ihm Wasserkraft und Elektrizität gesichert haben, weit mehr noch auszunützen.

Tabelle 19.

Die schweizerischen Karbidwerke.

Bezeichnung	Entstehungsjahr	Firma	P.S.
1. La Vernier	1899	Société genevoise d'electricité et de produits chimiques	1200
	1901	„Volta", Société anonyme Suisse de l'industrie électroch.	
	1903	Société francosuisse in Lyon	
2. Luterbach	1897	Schweiz. Calciumkarbidfabrik in Luterbach	1000
	1898	Schweiz. Gesellschaft für elektroch. Industrie in Bern	
3. Thusis	1898	Schweiz. Gesellschaft für elektr. Industrie in Bern	4000
	1903	Usines éléctriques de la Lonza	
4. Lonza	1899	Société pour l'industrie à Gampel	(2500)
	1901	Elektrizitätswerke Lonza a. d. Gampel	(5000)
	1903	Usines éléctriques de la Lonza	7500
5. Langenthal	1899	Elektrizitätswerke Wynau	(750)
	1900	Abgebrannt	
6. Vernayaz	1898	Walliser Industriegesellschaft Zinid	900
	1900	M. Dumont & Co. Valais	
7. Gurtnellen	1899	Elektrochemische Fabrik Gurtnellen	
	1903	Allgemeine Karbidgesellschaft Zinid	5250
8. Nidau	1899	Elektrizitätswerk Hagneck in Biel	Karbid 600 P.S.
9. Flums	1900	P. u. H. Spoerry, Flums	2500
		Total	22950 P.S.

der Rentabilität und es können infolgedessen für diesen Industriezweig nur Wasserkräfte in Betracht kommen. Ein anderer wichtiger Zweig der mit Ausnutzung der Wasserkräfte zusammenhängenden Industrie ist die elektrolytische Kupfergewinnung. Die elektrolytische Raffination des Kupfers betrug 1905 174 000 Tonnen pro Jahr in den Vereinigten Staaten und 37 000 Tonnen in Europa.

Das Problem des Entzinnens von Weisblechabfällen hat unter Zuhilfenahme der Elektrolyse ebenfalls seine Lösung gefunden; die Fabrik in Essen verarbeitet mehr als 20 000 Tonnen solcher Blechabfälle und gewinnt dabei 800—1000 Tonnen reines Zinn pro Jahr.

Besonders preismindernd hat die Billigkeit der Wasserkraft auf das Aluminium gewirkt. Bei dessen Herstellung kommen hauptsächlich Frankreich, die Schweiz und die Vereinigten Staaten in Betracht. Im Jahre 1885, wo der Preis des Aluminiums noch ca. 100 Mk. pro Kilogr. betrug, war die Gesamtproduktion 15 000 Kilogr.; 1889 bei einem Verkaufspreis von 26 Mk. 70 000 Kilogr.; 1891 330 000 Kilogr. u. 1896 1 738 000 Kilogr., wobei der Preis auf 2,5 Mk. und weniger zurückgegangen ist. Man schätzt die Produktion an Aluminium in Europa gegenwärtig auf ca. 4000 Tonnen, von denen auf Frankreich allein etwa der dritte Teil entfällt.

Mit Hilfe der Elektrolyse war es möglich, unmittelbar chemische Transformationen auszuführen; die bisher nur mit Hilfe sekundärer chemischer Reaktionen ausführbar waren. So trat an Stelle des bekannten Leblancschen Sodaprozesses, bei dem zunächst aus Kochsalz mit Hilfe englischer Schwefelsäure schwefelsaures Natron und Salzsäure erzeugt und das schwefelsaure Natron dann mit Kohle und kohlensaurem Kalk in einem

Flammenofen erhitzt wurde, die einfache Einwirkung des elektrischen Stromes auf eine Kochsalzlösung *).

Ich erinnere ferner an die bedeutende Vereinfachung und Verbilligung, welche der elektrische Antrieb von Papiermaschinen gebracht hat. Mit Einführung der elektrischen Kraftübertragung vollzog sich auf dem Gebiete der Papierfabrikation ein bedeutender Fortschritt. Eine brauchbare Maschine muß hier folgenden Anforderungen entsprechen: Regulierbarkeit der Tourenzahl in sehr weiten Grenzen, starkes Anzugsmoment beim Anlassen, ganz allmähliche Regulierbarkeit ohne Ruck vom Stillstand auf die gewünschte Tourenzahl, sehr feine Einstellbarkeit der Tourenzahl und Gleichmäßigkeit der einmal eingestellten Geschwindigkeit. Eine derart weitgehende und präzis wirkende Tourenregulierung, wie sie der Antrieb von Papiermaschinen verlangt, läßt sich ohne weiteres bei elektrischen Antrieb erreichen und zwar mit geringen Anlagekosten und geringen Betriebskosten, da Anlassen und Regulieren ohne besondere Verluste stattfindet.

So ließe sich noch mancher Produktionszweig der Industrie anführen, der der Wasserkraft mehr oder weniger seine Bedeutung in der Gegenwart verdankt; man denke nur an die Textilindustrie, die sich besonders der

*) Die mehrjährigen Versuche der badischen Anilin- und Sodafabrik Ludwigshafen a. Rh. auf dem Gebiete der Herstellung von Stickstoff-Sauerstoffverbindungen (künstlicher Salpeter) aus atmosphärischer Luft haben zur Auffindung einer durch Patente geschützten Methode geführt, die mit stets größeren Ofeneinheiten durchgearbeitet ist und bei größter Einfachheit der Einrichtungen so hohe Ausbeuten liefern, daß die Verwertung des Verfahrens im Großbetrieb aussichtsreich erscheine. Die Gesellschaft hat mit einer französisch-norwegischen Gruppe, die über ansehnliche norwegische Wasserkräfte verfügt, ein Abkommen getroffen, durch das die Übertragung der Erfindung in den rationellen Großbetrieb gesichert erscheint. (Zeitschrift für die gesamte Wasserwirtschaft 1907, S. 138.)

Wasserkräfte angenommen hat, eben weil sie große und billige Betriebskräfte benötigt. Wenn man dazu erwägt, wie manche Industrien durch die natürliche Seltenheit einzelner Rohstoffe wie Graphit, Speckstein u. s. w. geradezu ein Monopol erhielten, wenn sie in den Betrieb der Erzeugungsstätten der Rohmaterialien gelangten, so kann man ermessen, welche Umwälzungen der an den Erden und Steinen der Gebirgsländer arbeitende elektrische Ofen in Zukunft noch für die Industrie zu bringen vermag. Von ebenso durchschlagender Bedeutung verspricht die Verwendung des elektrischen Lichtbogens namentlich zur Erzeugung von Stahl zu werden. Es ist ja hinlänglich bekannt, daß große Massen von Eisenerzen in der Schweiz nicht ausgebeutet werden können, weil die Kohlenpreise infolge der großen Transportkosten zu hoch sind, um die Reduktion der Eisenerze billig genug herbeiführen zu können.

Wie groß die Umwäzungen gerade auf dem Gebiete der Eisengewinnung werden können, dafür ein Beispiel: Chile besitzt absolut keine Eisenerze, hingegen verfügt es über zahlreiche Wasserkräfte und infolge seiner langgestreckten Meeresküste über gute und billige Transportwege. Dort soll nun eine elektrische Eisenindustrie größten Stils ins Leben gerufen werden. Die Anlagen sind bereits projektiert und teilweise in der Ausführung begriffen. Die Erze müssen auf dem Seewege aus Neuseeland bezogen werden und ebenso wird das Absatzgebiet des fertigen Eisens nicht das industriearme Chile, das wenig Bedarf daran hat, sondern hauptsächlich Nordamerika und überseeische Länder. Trotz des zweimaligen Seetransportes erwartet man eine außerordentliche Rentabilität, weil infolge der billigen Wasserkräfte die Tonne Stahl zu einem Preise von etwa 42 Mk. hergestellt

werden kann, ein Preis, der vorerst jeden Wettbewerb anderer Länder auszuschließen scheint.

In noch günstigerer Lage befinden sich solche Länder, die über Wasserkräfte und Erze verfügen, wie z. B. Italien und Schweden. Hier hat sich allerdings bereits die Spekulation der Wasserkräfte bemächtigt, aber trotzdem werden sie in der Lage sein, erfolgreich in den Wettbewerb einzutreten, um so mehr, wenn die Regierung in verständnisvoller Weise den Bedürfnissen der Industrie entgegenkommt, wie es z. B. in Schweden der Fall ist, wo sich ein Gesetz in Vorbereitung befindet, das die Ausfuhr der Erze zunächst beschränken soll und das Handhaben zu einem gänzlichen Verbote darbietet *).

So erklärt es sich auch, daß gerade in wasserreichen Gebieten die elektrotechnische Industrie zu so großer Bedeutung gelangt ist, so namentlich in der französischen Alpenregion; in Savoyen und in der Dauphine (Tabelle 20).

Auch von den 645000 P.S., welche an den Niagarafällen ausgebeutet werden, dient der weitaus größte Teil zum Betriebe von elektrotechnischen Fabriken.

Dabei darf nicht aus dem Auge gelassen werden, daß die elektrotechnische Industrie noch im Anfangsstadium ihrer Entwicklung steht und die Fachleute darüber einig sind, daß mit Hilfe des elektrischen Ofens noch ganz andere Probleme gelöst werden können. Bis jetzt hat der Mensch bei weit über 99 Proz. in der Natur vorkommenden Rohmaterialien nicht vermocht, irgendwelche größere Nutzbarkeit zu erzielen. Gerade die häufigsten Gesteins- und Bodenarten blieben bisher auf diese Art fast ohne Nutzen, so unsere großen Kalk- und Sandsteingebirge, unsere Granit- und Urgebirgsschiefer ꝛc., obwohl wir

*) Beilage zur Allgemeinen Zeitung 1907, Nr. 58.

Tabelle 20.

Elektrochemische Wasserkraftwerke der französischen Alpenregion [1]).

Nr.	Departement	Gemeinde	Name	Flußlauf	Gefälle m	Leistung P.S.	Verwendung	Bemerkungen
1	Ain	Bellegarde				600	Calciumkarbid	
2	Hte. Savoie	Micussy	Pont du Risse	Le Giffre	71	6 000	„	Es stehen zur Verfügung dazu 9000. Ausbau auf 8 Turbinen à 1100 P.S. geplant.
3	„	Passy	Chedde	L'Arve	139	10 000	id. u. Chlorate	
4	Savoie	La Praz	La Praze	L'Arc		8 000	id. Aluminium	
5	„	Saint Michel	Saint Michel	id.		2 000 10 000	Aluminium Karbid u. Chlorate	
6	„	Saint Jean	S. Jean	id.		8 000	Chlorate	
7	„	Epierre	Epierre	id.		1 200	Karbid	
8	„	Montgirot	Montgirod	L'Isère		2 600	Chlor u. Soda	
9	„	N.D.de Briançon	— Briançon	id.		3 000	Karbid	
10	„	La Bathie	La Bathie	id.		1 000 1 200	Karbid Karbonat	
11	„	Chailles	Chailes	Le Guiers		1 800	Karbid	
12	„	Saint Béron	S. Béron	id.		1 800	id.	
13	Isère	Chapareillan	Cernon	Le Cernon	620	300-1 500	id. Beleuchtung	Bemerkenswert wegen der außerordentlichen Gefällshöhe, der größten in Frankreich.
14	„	Froges	Froges	Ruisseau de Froges		600	id.	
15	„	Livet & Gavet	Livet	La Romanche	60	10 000	?	
16	„	id.	Le Clavaux	id.		5 000	Natrium u. seine Derivate	
17	„	Séchillienne	Séchillienne	id.		1 200	Karbid	
					Zusammen	74 000		

1) Les installations hydro-électriques dans la region des Alpes par R. de la Brosse. Ingénieur en chef des ponts et chaussées. Grenoble. Alexandre Gratier et Jules Rey.

werden kann, ein Preis, der vorerst jeden Wettbewerb anderer Länder auszuschließen scheint.

In noch günstigerer Lage befinden sich solche Länder, die über Wasserkräfte und Erze verfügen, wie z. B. Italien und Schweden. Hier hat sich allerdings bereits die Spekulation der Wasserkräfte bemächtigt, aber trotzdem werden sie in der Lage sein, erfolgreich in den Wettbewerb einzutreten, um so mehr, wenn die Regierung in verständnisvoller Weise den Bedürfnissen der Industrie entgegenkommt, wie es z. B. in Schweden der Fall ist, wo sich ein Gesetz in Vorbereitung befindet, das die Ausfuhr der Erze zunächst beschränken soll und das Handhaben zu einem gänzlichen Verbote darbietet*).

So erklärt es sich auch, daß gerade in wasserreichen Gebieten die elektrotechnische Industrie zu so großer Bedeutung gelangt ist, so namentlich in der französischen Alpenregion; in Savoyen und in der Dauphine (Tabelle 20).

Auch von den 645000 P.S., welche an den Niagarafällen ausgebeutet werden, dient der weitaus größte Teil zum Betriebe von elektrotechnischen Fabriken.

Dabei darf nicht aus dem Auge gelassen werden, daß die elektrotechnische Industrie noch im Anfangsstadium ihrer Entwicklung steht und die Fachleute darüber einig sind, daß mit Hilfe des elektrischen Ofens noch ganz andere Probleme gelöst werden können. Bis jetzt hat der Mensch bei weit über 99 Proz. in der Natur vorkommenden Rohmaterialien nicht vermocht, irgendwelche größere Nutzbarkeit zu erzielen. Gerade die häufigsten Gesteins- und Bodenarten blieben bisher auf diese Art fast ohne Nutzen, so unsere großen Kalk- und Sandsteingebirge, unsere Granit- und Urgebirgsschiefer 2c., obwohl wir

*) Beilage zur Allgemeinen Zeitung 1907, Nr. 58.

Tabelle 20.

Elektrochemische Wasserkraftwerke der französischen Alpenregion [1]).

Nr.	Departement	Gemeinde	Name	Flußlauf	Gefälle m	Leistung P.S.	Verwendung	Bemerkungen
1	Ain	Bellegarde				600	Calciumkarbid	
2	Hte. Savoie	Micussy	Pont du Risse	Le Giffre	71	6 000	"	Es stehen zur Verfügung dazu 9000. Ausbau auf 8 Turbinen à 1100 P.S. geplant.
3	"	Passy	Chedde	L'Arve	139	10 000	id. u. Chlorate	
4	Savoie	La Praz	La Praze	L'Arc		8 000	id. Aluminium	
5	"	Saint Michel	Saint Michel	id.		2 000	Aluminium	
						10 000	Karbid u. Chlorate	
6	"	Saint Jean	S. Jean	id.		8 000	Chlorate	
7	"	Epierre	Epierre	id.		1 200	Karbid	
8	"	Montgirot	Montgirod	L'Isère		2 600	Chlor u. Soda	
9	"	N.D.de Briançon	— Briançon	id.		3 000	Karbid	
10	"	La Bathie	La Bathie	id.		1 000	Karbid	
						1 200	Karbonat	
11	"	Chailles	Chailes	Le Guiers		1 800	Karbid	
12	"	Saint Béron	S. Béron	id.		1 800	id.	
13	Isère	Chapareillan	Cernon	Le Cernon	620	300-1 500	id. Beleuchtung	Bemerkenswert wegen der außerordentlichen Gefällshöhe, der größten in Frankreich.
14	"	Froges	Froges	Ruisseau de Froges		600	id.	
15	"	Livet & Gavet	Livet	La Romanche	60	10 000	?	
16	"	id.	Le Clavaux	id.		5 000	Natrium u. seine Derivate	
17	"	Séchillienne	Séchillienne	id.		1 200	Karbid	
				Zusammen		74 000		

1) Les installations hydro-électriques dans la region des Alpes par R. de la Brosse. Ingénieur en chef des ponts et chaussées. Grenoble. Alexandre Gratier et Jules Rey.

wissen, daß ihre Hauptbestandteile die hochwichtigen Elemente, wie Calcium, Silicium, Aluminium u. s. w. sind. Die Elektrochemie und Elektrolyse werden sich dieser Elemente ebenso bemächtigen, wie sie sich der bislang verwendeten angenommen haben und das Mittel hierzu geben uns die Wasserkräfte an die Hand!

C. Die Wasserkraft im Dienste des Verkehrs.

a) Der Eisenbahnen.

Die elektrisch betriebenen Bahnen gehören bis zum gegenwärtigen Zeitpunkte größtenteils in die Klasse der Straßenbahnen, wo sie sich vermöge ihrer Sauberkeit, Sicherheit und Anpassungsfähigkeit besonders geeignet zeigten. Heute ist aber auch der Kampf der elektrischen Traktion gegen diejenige mit Dampf auf der ganzen Linie des Eisenbahnwesens entbrannt; betrachtet man diese Bestrebungen, die auf die Einführung des elektrischen Betriebes hinarbeiten, mit kritischem, durch keinerlei Subjektivität getrübtem Auge, so muß, bei aller Anerkennung der bisher erzielten Erfolge zugegeben werden, daß kein einziges der bisher erprobten Systeme in der Lage war, den Dampfbetrieb zur Kapitulation zu zwingen. Unsere derzeitige Dampflokomotive ist eine durchaus brauchbare und wirtschaftliche Maschine, die ihrem Arbeitsfeld vorzüglich angepaßt ist; wenn sie also durch den Elektromotor verdrängt und ersetzt werden soll, so muß Veranlassung dazu vorliegen.

Eine solche könnte zunächst gefunden werden in der Frage der Rentabilität, wenn also ein Vergleich mit dem Dampfbetrieb zu dem Endergebnis führen würde, daß der Elektromotor bei derselben Leistung geringere finanzielle Opfer fordert. Es dürfte durchaus angemessen sein, diese Frage einer Untersuchung zu unter-

werfen, wenn dies trotzdem bis heute nicht geschehen ist, so findet dies seine Begründung in der Tatsache, daß so gut wie alles an einer zuverlässigen Rechnung fehlt. Zwar bieten die Jahresberichte der elektrischen Bahnen in Österreich, Frankreich und der Schweiz, ganz besonders aber in Deutschland Material genug, indessen ist dasselbe weder ganz gleichartig noch ganz vollständig. Nur so viel läßt sich ganz allgemein jetzt schon behaupten:

Die Einführung des elektrischen Betriebes auf Vollbahnen wird in erster Linie nur dort eine Aussicht haben, wo die voraussichtliche Ersparnis an direkten Betriebskosten größer ist als der Mehraufwand für indirekte Betriebskosten.

Diese Kraftproduktionsanlagen für Vollbahnen müssen aber vor allem gewaltigen Schwankungen in den zu liefernden Leistungen genügen. Selbst bei Zusammenlegung großer Netze für die Ausnutzung größtmöglicher Wasserkraftzentralen wird die Maschinerie der letzteren und werden überhaupt alle, für die Maximalleistung bestimmten Einrichtungen so groß sein müssen, daß sie zeitweise rund das fünffache der mittleren Leistung abgeben können. Bei Zusammenlegung kleinerer Bahngebiete, wie sie für kleinere Primärstationen und namentlich für Umformerstationen eintreten muß, kann es leicht vorkommen, daß die Kraftanlagen für das zehn- oder mehrfache der mittleren Leistung gerüstet sein müssen*).

Man erkennt daraus, daß an einen völligen Ausgleich der Bedarfsschwankungen lediglich durch elektrische Akkumulatoren bei heutigen Verhältnissen und wahrscheinlich für immer nicht zu denken ist.

---

*) Mitteilungen der schweizerischen Studienkommission für elektr. Bahnbetrieb. Zürich 1906.

Wo sich keine Gelegenheit zu direkter Wasserspeicherung bei den Kraftstationen bietet, wird auch nach Möglichkeiten der Speicherung in indirekter Weise mittelst Elektromotoren, Pumpen und Hochreservoirs an anderen Stellen gesucht werden müssen.

Die starken Schwankungen der beanspruchten Leistung gestalten die Beschaffung der Wasserkräfte und der maschinellen Anlagen der Kraftstationen ungünstig; sie beschränken die rationell verwertbaren Wasserkräfte auf eine sorgfältig zu treffende Auswahl und erhöhen wesentlich ihr Anlagekapital *).

Berücksichtigt man dabei noch die nicht unbedeutenden Kosten für Transaktionen und die damit verbundenen Kraftverluste, so sagen uns doch diese Resultate, daß dem Wasser als Betriebskraft der Eisenbahnen keine allzu große Bedeutung beigemessen werden darf. Wenn für den Bau resp. Ausbau der Betriebskraft größere Summen aufgebracht werden müssen oder wenn die Wasserkraft etwas weiter entfernt ist, sodaß die Leitungen teuer werden, so kann leicht infolge der hohen Unkosten für Verzinsung und Amortisation der Anlage der durch Wasserkraft hergestellte Strom teurer werden als wenn solcher durch Dampf hergestellt wird **).

---

*) Schweizerische Studienkommission l. c.

**) Von nicht zu verkennender Bedeutung ist hier auch das strategische Moment. Im Kriegsfalle wäre es sehr schwer, wenn nicht überhaupt unmöglich, mit der elektrisch betriebenen Bahn unser Militär ins Feindesland hinüber zu wälzen; dazu kommt noch die in der ganzen Betriebsanlage liegende große Gefahr der Zerstörung elektrischer Betriebszentralen seitens der feindlichen Truppen, wodurch nicht nur der ganze Verkehr abgeschnitten, sondern auch die mit den großen Zentralen verbundenen Gewerbe, so z. B. die Geschützgießereien, mit einem Schlage lahm gelegt werden könnten.

Diese etwas pessimistische Beurteilung der Wasserkraft im Dienste der Eisenbahnen muß sich dem objektiv Urteilenden nicht bloß vom wirtschaftlichen Gesichtspunkte aufdrängen, sondern auch aus technischen und praktischen Erwägungen. Es herrscht schon nach den bisher gemachten Erfahrungen kein Zweifel mehr darüber, daß die Leitungsanlage einer elektrischen Bahn gegenüber der Dampfbahn letztere weit vorteilhafter erscheinen läßt. Dies näher zu begründen fällt nicht in den Rahmen unserer Abhandlung, wir müßten bei dieser Frage in das rein technische Gebiet hinübergreifen. Nur beispielsweise sei hier darauf hingewiesen, daß der elektrische Betrieb einer sehr großen Zahl von äußerlichen und inneren Störungen, die leicht zu Stromunterbrechungen führen können, ausgesetzt ist. Wird u. a. beim Dampfbetrieb ein auf offener Strecke befindlicher Zug infolge Defektwerdens der Lokomotive am Weiterkommen gehindert, so kann in kürzester Zeit aus dem nächsten Heizhause Ersatz geschafft und die durch den Zug blockierte Strecke frei gemacht werden. Wird aber beim elektrischen Betrieb der Zug auf offener Strecke stillgesetzt, etwa durch Ausbleiben des Betriebsstromes oder durch Reißen der Leitung in einer Weise, daß das Zugspersonal dieselbe nicht reparieren kann, wie hilft man sich dann?

Diese Bedenken, denen sich noch manche gleichwertig dazu gesellen, verdienen gewiß Beachtung und dürfen nicht verschwiegen werden; denn solange ihre Hinfälligkeit nicht erwiesen ist, kann von einem wirklich betriebsfähigen System nicht gesprochen werden.

Wesentlich anders beurteilt sich der elektrische Betrieb bei Bahnen mit starkem lokalem Personenverkehr, Bahnen mit Interurbanverkehr und hoher Geschwindig-

keit und endlich bei Hochbahnen, Tunnels und sonstigen Spezialfällen *).

Bezüglich des ersteren Falles hat die Erfahrung schon gelehrt, daß elektrische Bahnen den Dampfbahnen, welche das gleiche Gebiet durchlaufen, in erheblichem Maße den Personenverkehr entziehen. Diese Erscheinung macht sich in der Nähe jeder größeren Stadt bemerkbar; um einen guten Lokalverkehr zu erzielen, muß man Wagen oder Züge in kurzen Zeiträumen verkehren lassen, die Fahrzeit tunlichst verkürzen und die Passagiere dort absetzen, wohin sie zu gelangen wünschen; der letzteren Forderung können Dampfbahnen gewöhnlich nicht genügen.

Bei starkem Lokalverkehr ergeben sich bedeutende Vorzüge auf seiten des elektrischen Betriebes. Die Entfernungen sind meistens nur mäßige, sodaß die Kraft leicht von einer oder zwei Stationen aus verteilt werden kann. Der Verkehr ist so lebhaft, daß die Station während eines großen Teiles des Tages mit guter Belastung also wirtschaftlich arbeiten kann.

Bei Hochbahnen spricht namentlich die Notwendigkeit des öfteren Anhaltens für elektrischen Betrieb; wenn häufig zu halten und wieder anzufahren ist, und wenn letzteres unter starker Belastung zu erfolgen hat, so besteht berechtigte Veranlassung, von der elektrischen Betriebskraft gegebenenfalls Gebrauch zu machen; insbesondere dann, wenn eine genügend starke Gebirgswasserkraft zur Verfügung steht.

Abgesehen von den bereits erwähnten Fällen liegt ein vielversprechendes Feld für elektrischen Betrieb in solchen Fällen vor, wo man die Dampflokomotive als solche ganz ohne Rücksicht auf die Wirtschaftlichkeit ver-

*) Bell-Rasch: Stromverteilung für elektr. Bahnen. München-Berlin 1898.

meiden möchte. Diese Fälle sind häufig, besonders der Betrieb in Tunnels und an den in die Städte hineingreifenden Enden der Bahnen.

Ohne also die allgemeine Einführung der Elektrizität für Eisenbahnzwecke befürworten zu wollen, können wir doch in den letzt bezeichneten Fällen die Vorzüge des elektrischen nicht unerwähnt lassen, zumal hier das Ersparnis in den Erzeugungskosten der Kraft nicht der ausschlaggebende Maßstab ist.

Das erste Land, welches elektrische Vollbahnen eingeführt hat, ist Italien. Die Veltlinerbahn repräsentiert die erste elektrische Vollbahn des Kontinents. Nachdem im Jahre 1897 die italienische Regierung die beiden Eisenbahngesellschaften bewogen hatte, der Frage der Umgestaltung der Bahntraktion auf elektrischem Betrieb näher zu treten, sind die Vollbahnstrecken der Meridionalbahn Lecco—Colico mit Abzweigung nach Chiavenna und Sondrio in einer Länge von 100 Kilom. vollständig auf elektrischem Betrieb eingerichtet und September 1902 eröffnet worden*). Auf den Linien Mailand—Gallarate—

*) Die Bahn im Valtellina bezieht ihre Wasserkraft aus dem Addafluß bei Morbegno; die Linie ist dadurch interessant, daß sie durch eine große Reihe von Tunnels führt, in denen die Reisenden bei Dampfbetrieb in erheblichem Maße unter Rauchbelästigung leiden würden.

Die Betriebskosten belaufen sich einschließlich aller Ausgaben für Zinsen, Tilgungen, Erneuerungen auf 1,53 Mk. für das Zugkilom., wobei zu beachten ist, daß der Normalzug aus einem Triebwagen von 54 Tonnen Dienstgewicht und 4—5 Anhängewagen von zusammen 60—70 Tonnen Gewicht besteht. Von den gesamten Kosten entfallen 5 Pfg. auf das Kraftwerk, 6 Pfg. auf den Wagenführer, 8,5 Pfg. auf die Instandhaltung der elektr. Betriebsmittel und 6,5 Pfg. auf Instandhaltung der Leitungen.

Nach der Schweizer Eisenbahnstatistik für das Jahr 1904 (Bern 1906) betragen die Betriebskosten der schweiz. Bundesbahnen pro Zugskilom. **2,95** Frs., die Betriebskosten der Valtellinbahn **1,91** Frs.

Mailand—Vareſe—Portocereſio wird die Perſonenbeförderung in elektriſchen Zügen mit 90 Kilom. Stundengeſchwindigkeit durchgeführt.

Auch die franzöſiſche Regierung hat, dem Beiſpiele der italieniſchen folgend, eine Kommiſſion zur Prüfung aller elektriſchen Fernbahnen aufgeſtellt. Zugleich ſollte dieſelbe ihr Augenmerk darauf richten, inwieweit die Waſſerkräfte des Landes für induſtrielle Zwecke herangezogen werden könne. Es ſind bis 1903 vier in der Nähe größerer Waſſerkräfte gelegene Strecken in Ausſicht genommen worden: Fayet—Chamonix, Cannes—Mentone (155 Kilom.), Grenoble—Gap (82 Kilom.), Grenoble—Briançon.

In Öſterreich ſoll die Strecke Wien—Preßburg elektriſch betrieben werden; 1904 wurde die Frage der zweckmäßigſten und förderlichſten Verwendung der Waſſerkräfte an den neuen Alpenbahnen in Beratung gezogen. Nachſtehende Tabelle gibt eine Geſamtüberſicht im Gebiete der öſterreichiſchen Alpenbahnen.

Flußgebiet	Durchſchnitts-P.S.	Minimal P.S.	Größte Waſſerkraft
Inn ohne Salzach .	357500	86000	54000 (oberſter Inn)
Salzach b. Salzburg	110600	27000	24900 (Gaſteiner Ache)
Enns	68300	16200	47500 (Enns, Fieſlau)
Mur	32880	8090	17700 (Mur, Steindorf)
Drau	280700	69900	29800 (Moll, Mollbrücke)
Etſch, Po	769400	172700	196000 (Eiſenb. Klauſen)
Gave, Liſonzo . . .	96050	22430	26000 (Liſonzo b. Flitſch)
Summe	1715430	402230	

In ſeiner Sitzung vom 24. Februar 1905 faßte der öſterreichiſche Induſtrierat folgenden Beſchluß: „In Erwägung, daß den Waſſerkräften großer wirtſchaftlicher Wert innewohnt, daß derſelbe eine wichtige Unterlage für die induſtriellen Gründungen und ein zweckmäßiges Mittel

für die Verwohlfeilung der industriellen Produktion bilden, in weiterer Erwägung, daß für deren ökonomische, der Industrie und Verkehrsentwicklung förderlichste Ausnützung vorgesorgt werden soll, wird die Regierung ersucht, zunächst die im Abstraktionsgebiete der neuen Alpenbahnen in Betracht kommenden Wasserkräfte durch ihre Organe einer systematischen Aufnahme und Untersuchung hinsichtlich der für die ökonomische Ausnützung derselben maßgebenden Momente unterziehen zu lassen, die Ergebnisse dieser Untersuchung öffentlich zugänglich machen und die Verwaltung der k. Staatsbahnen zu baldmöglichster Entscheidung zu veranlassen, welche Wasserläufe und Kräfte dieselbe für den Bahnbetrieb benötigt und tatsächlich in absehbarer Zeit nutzbar machen will."

Hinsichtlich der Umgestaltung der Brennerbahn zwischen Innsbruck und Franzensfeste in einen elektrischen Betrieb sind eingehende Berechnungen gemacht worden mit Rücksicht auf die dort vorhandenen Wasserkräfte von mehr als 40 000 P.S.: Im Höchstfalle sind für die gleichzeitige Beförderung von 8 Personen-, Schnell- und Güterzügen mit Einzelgewichten bis zu 500 Tonnen und bei Steigungen bis zu 25 Proz. in den Wasserkraftwerken rund 8000 P.S. erforderlich, welche bei einem täglichen Verkehr von 300 Millionen Tonnen-Kilometer eine jährliche Kohlenmenge von 700 000 Tonnen im Preise von rund 850 000 Mk. zu ersetzen vermögen und daß infolge dieser Kohlenersparnis, der einfachen Bedienung u. s. w. unter Berücksichtigung einer reichlichen Verzinsung und Abschreibung eine jährliche Ersparnis von ca. 380 000 Mk. möglich ist, obwohl selbstverständlich der Umbau einer vorhandenen Dampfbahn, bei der auch die gegenwärtige Zugsverteilung wegen der Anschlußstrecken aufrecht erhalten werden muß, viel weniger günstig wird

als eine ausschließlich für einen elektrischen Betrieb erbaute Strecke.

Obwohl in der Schweiz die natürlichen Verhältnisse zum elektrischen Betrieb der Eisenbahnen nicht minder günstig liegen als in Österreich, so zählt man dort doch nur wenige Strecken mit elektrischem Betriebe. Die Bahn Burgdorf—Thun ist 1899 eröffnet, ca. 40 Kilom. lang und als Nebenbahn gebaut. Sie fordert für elektrische Ausrüstung:

Hochspannungsleitung	140000	Frs.
Transformator-Stationen	160000	„
Fahrdraht und Schienenrückleitung .	350000	„
Stationsbeleuchtung u. s. w.	20000	„
Elektr. Ausrüstung des Rollmaterials .	235000	„
Reserveteile	30000	„
Summa	935000	Frs.

Die Motore arbeiten infolge des bergigen Terrains bei Talfahrt mit Stromwiedergewinnung, was auch einen Vorteil gegenüber dem Dampfbetriebe bedeutet. Andere elektrische Vollbahnen sind: Freiburg—Murten—Ins—Orbe—Chavernay; Oerlikon—Seebach—Affoltern (Versuchsstrecke der schweizerischen Bundesbahnen). Montreux—Berner Oberland.

Auf den bisher in Betrieb gesetzten elektrischen Bahnen der Schweiz werden 25 elektrische Lokomotiven und 98 Motorwagen benützt*).

*) Auch die Gotthardbahn hat sich jetzt zum elektr. Betriebe Wasserkräfte gesichert, namentlich die des Liwinentals. Die Verträge sind bereits in Kraft getreten. Nach denselben zahlt die Gotthardbahn dem Kanton Tessin für die sämtlichen ihr zur Verfügung gestellten Wasserkräfte — des Ritomsees im Val Priora mit allen seinen Zuflüssen, des Flusses Tessin am Monte Piottino, des Lago Tremorgio bei Rodi-Fiesso, der Piumogna bei Faido und der übrigen Gewässer in der oberen Leventina

Die schweizerischen Bundesbahnen haben im Durchschnitt per Zugskilometer 2,95 Frs. Betriebskosten, während sich dieselben bei den elektrisch betriebenen Normalbahnen beziffern wie folgt:

Burgdorf—Thun . . .	1,21 Frs.	also durchschnittlich 1,09 Frs.
Freiburg—Murten—Ins .	1,09 „	
Orbe—Chavornay . . .	0,99 „	

Nachdem nun die ersten Versuche in der Schweiz — darunter auch der Betrieb des Simplontunnels — geglückt sind, hat man sich endlich daran gemacht, die Frage des elektrischen Betriebes unter Zuhilfenahme der Wasserkräfte eingehender zu prüfen. Zu diesem Zwecke hat sich eine Studienkommission für elektrischen Bahnbetrieb gebildet, welche aus privater Initiative entstanden ist! Das Material, welches am 1. Juli 1902 zur Verteilung gelangte, sagt u. a.: „Alle Schwierigkeiten allgemeiner Natur bestehen auch später gleich wie heute, ja einzelne derselben wachsen von Jahr zu Jahr. Die technischen Verhältnisse aber stehen nach unserer Ansicht so, daß die Möglichkeit befriedigender Lösung mit Sicherheit erwartet werden darf." Das Arbeitsprogramm teilt die Gesamtaufgabe in folgende Hauptarbeiten:

1. Die allgemeine Anwendbarkeit und Gestaltung des elektrischen Betriebes.
2. Allgemeine vergleichende Studien über die verschiedenen anwendbaren Systeme.
3. Studien über die Beschaffung und die Kosten der

---

von Val Tremola bis zur Station Lavongo — eine einmalige Konzessionsgebühr von 300 000 Frs. und dazu eine jährliche Entschädigung von 95 000 Frs. Die Konzession gilt für 50 Jahre. Den anstoßenden Gemeinden ist das Recht vorbehalten, vom Konzessionsnehmer Kraft für elektr. Beleuchtung und für kleine Industrie beziehen zu können.

nötigen Kraft aus bestehenden oder zu schaffenden Wasserwerken durch Zusammenstellung der verfügbaren Kräfte, deren voraussichtliche Erstellungskosten, deren günstige Verteilung und die Kosten derselben.

4. Aufstellung von Voranschlägen der Bau- und Betriebskosten.
5. Vorschläge über die Vereinheitlichung technischer Bedingungen und Daten für den Fall der Vornahme größerer Versuche, um den Übergang auf ein einheitliches Betriebssystem zu erleichtern.

Auch in Bayern ist man der Frage der elektrischen Eisenbahnen nahegetreten; in der Sitzung des Finanzausschusses vom 16. Juli 1906 bezeichnet Referent Dr. Pichler den elektrischen Betrieb als den wichtigsten Punkt des ganzen Verkehrswesens. Baurat Oskar von Miller hat bereits große Prospekte ausgearbeitet und vorgelegt, wonach zunächst die Linien München—Lindau und München—Garmisch elektrisch eingerichtet werden sollen. Der Kostenvoranschlag dafür beziffert sich auf 41 Millionen Mark; eine direkte Ersparnis soll sich dabei nicht ergeben; an der Fahrzeit würde erheblich gewonnen werden.

Das kann wohl nicht ernstlich bezweifelt werden, daß elektrisch betriebene, große Wege zurücklegende Schnellzüge bei der bereits erprobten Schnelligkeit bald kommen werden. Wie sich aber der elektrische Vollbahnbetrieb im allgemeinen ausdehnen wird, wie bald er die Dampfbahn überflügeln wird, das sind Fragen, die der Prophet jetzt eher beantworten kann, als der Ingenieur und Nationalökonom*). Sobald die Zeit des Überganges vorbei

*) Der praktischen Anwendbarkeit stehen die zu hohen Kosten für einen besonderen starken Oberbau entgegen, den sie unbedingt erfordern. Ein durchaus wohlwollender Beurteiler der elektrischen Fernschnell-

und eine genauere statistische Festhaltung und Vergleichung möglich geworden ist, dürfte es auch an weiteren Feststellungen von Details nicht fehlen und dann wird sichs von selbst entscheiden, ob die elektrische Bahn die Bahn der Zukunft werden soll oder nicht!

b) Schiffahrt.

Die Interessen der Schiffahrt und diejenigen der Ausnützung des Wassers zu motorischen Zwecken schienen lange Zeit auseinander zu gehen; denn wenn man das Wasser eines schiffbaren Flusses zum Betriebe von Wasserrädern oder Turbinen benützen wollte, so mußte man in dem Flusse entweder eine Stauwehr erstellen oder ihm Wasser entziehen, was beides nicht zum Wohle der Schiffahrt geschah. Die Technik hat hier eine Ausgleichung geschaffen und die motorische Kraft in den Dienst der Schiffahrt gestellt. Dabei kommen 2 Systeme in Betracht:

1. Die Schiffe werden von einer Schlepplokomotive befördert, welche am Ufer entlang fährt. Ein Beispiel

---

bahnen Dr. Roloff in Halle bekennt, daß sich solche Bahnen der hohen Anlagekosten wegen vorerst nur sehr wenig rentieren würden.

Die Union E.-G. äußert sich in ihrem Bericht von 1900 wie folgt: „Die vielfach verbreitete Meinung, daß die Vorteile des elektr. Vollbahnverkehrs erst auf langen, schnell zu befahrenden Strecken zur Geltung kommen werden, und daß die Hauptaufgabe der elektr. Traktion in der Erreichung größter Geschwindigkeit liegt, ist sowohl in technischer als in wirtschaftlicher Hinsicht eine irrige. Derartig projektierte elektr. Schnellbahnen mit häufig phantastisch hoch gegriffener Zuggeschwindigkeit bedingen nicht nur die gänzliche Umwandlung der heutigen Traktionsverhältnisse, sondern erfordern auch die Aufwendung unvernünftig hoher Anlage- und Betriebskosten, die in gar keinem Verhältnis mehr zu den Vorteilen stehen, welche man in Rücksicht auf die übermäßige Geschwindigkeit für den Transport von Personen und Gütern erreichen will. cf. Die Störungen im deutschen Wirtschaftsleben während der Jahre 1900ff. 3. Bd. S. 152.

dieser Art finden wir auf dem Tinowkanal und dem Kanal St. Denis bei Paris, hergestellt von der Firma Siemens-Schuckert in Berlin. Die Lokomotive ist symmetrisch gebaut und fährt auf der Wasserseite mit breiten Rädern auf dem Leinpfad selbst, auf der Landseite mit Doppelspurkranzrädern auf einer Schiene. Das Gewicht der Lokomotive, das 2000 Kilogr. beträgt, ist so verteilt, daß etwa 80 Proz. auf der Schiene ruhen, um ein möglichst großes Moment gegen Kippe zu erzielen. Die Lokomotive schleppt ein Schiff von 250 Tonnen Deplacement mit 4,5 Kilom. stündlicher Geschwindigkeit. Für den Betrieb des Teltowkanals südlich von Berlin sind 20 Lokomotiven von etwas größeren Dimensionen gebaut worden und sollen demnächst dem Verkehr übergeben werden.

2. Wo eine Schleppschiffahrt vom Ufer aus durch Verbreiterung des Flusses unmöglich gemacht wird, benutzt man das elektrische Schleppboot. Zu diesem Zwecke werden über den Fluß ähnlich wie beim Trambetriebe Drähte gespannt und diesen der nötige Strom zum Antriebe der Motoren auf dem Schiffe entnommen.

Bei der Frage nach der volkswirtschaftlichen Bedeutung der Wasserstraßen, insbesondere der hier ausschließlich in Betracht kommenden Binnenwasserstraßen ist namentlich der mit verschiedenen Mitteln betätigte Landverkehr mit in Rechnung zu ziehen. Es ist nicht abzustreiten, daß durch das neue Verfahren im Strombau, Neuerungen im Kanalbauwesen und Verbesserungen im Schiffsbau und Schiffszug die Binnenschiffahrt gerade im Wettbewerb mit den Eisenbahnen eine gesteigerte Leistungsfähigkeit erlangt haben *) und daß selbst unter Einrechnung der längeren Umwege, wie sie vielfach bei Wasser-

*) Die Verkehrsentwicklung in Deutschland 1800—1900 von Prof. Dr. Lotz. S. 102.

straßen gegenüber den Eisenbahnen bestehen, doch der Verkehr auf den Binnenwasserstraßen weitaus billiger ist als auf Eisenbahnen, und zwar so sehr, daß auch die höheren Versicherungskosten auf den Wasserstraßen das Verhältnis nicht zu deren Ungunsten verschieben können*). Dabei können heutzutage Schiffe mit nur 20—30 Tonnen Ladefähigkeit als höchst zulässige Ladung für die von ihnen befahrenen Kanäle mit der Eisenbahn nur mehr unter ganz besonderen Umständen in Konkurrenz treten. Kanäle hingegen, auf denen eine Großschiffahrt möglich ist, auf denen Schiffe von 450 oder 600 Tonnen Tragkraft verkehren und auf denen die Anwendung mechanischer Kraft zur Fortbewegung der Schiffe möglich ist, verfallen durchaus nicht im Zeitalter der Eisenbahnen diesem ungünstigen Urteile. Von größter Wichtigkeit ist, daß eine Großschiffahrt möglich ist**). Das Bedürfnis nach billiger Beförderung wird immer stärker und je stärker es wird, desto weniger kann es von den Eisenbahnen befriedigt werden. Wo daher der Eisenbahnweg nicht aus besonderen Gründen vorgezogen werden muß, wendet man sich heute viel allgemeiner als sonst an den Wasserweg, und gerade das ist der Umstand, der das Verlangen, die Elektrizität auch dem Schiffszuge in der Binnenschiffahrt dienstbar zu machen, in neuerer Zeit so lebhaft gestaltet hat.

So bedeutend aber auch die Fortschritte sind, die in dieser Hinsicht erzielt wurden, so darf man auch hier die Schattenseiten, namentlich die Unterbrechung des Betriebes durch Frost, Hochwasser, durch Wassermangel, und die

*) Das Verkehrswesen von Dr. R. van der Borght. 1894. S. 231. Dr. Lotz l. c.

**) van der Borght l. c.

Notwendigkeit großer Kraftaufwendungen nicht übersehen.

Gleichwohl ist es Pflicht der Staatsregierung, die Ausnützung der Wasserkräfte auch nach dieser Richtung aufs genaueste zu prüfen, und wo ein Verkehrsbedürfnis hiezu sich zeigt, dasselbe bestmöglichst zu befriedigen. Es wird heute als berechtigt, zweckmäßig und notwendig anerkannt werden müssen, daß der Staat auch diesen Verkehrszweig als Monopol übernimmt, wenn anders nicht große Schwierigkeiten hier in den Weg gelegt werden sollen. Das Interesse der Gesamtheit ist hierbei so sehr mit im Spiele, daß der Staat schon von diesem Gesichtspunkte aus als das dazu berufene Organ erscheint; dazu kommt, daß der Staat, eher als Privatgesellschaften, den hier entgegenstehenden Rechten Dritter Rechnung tragen und bis zu einer Vervollkommnung dieses Betriebes auf einen Reinertrag verzichten kann!

Die Einführung der elektrischen Zugkraft zur Fortbewegung von Lasten ist z. B. in Rußland bereits Ende des verflossenen Jahrhunderts vom Ministerium der Verkehrswege erwogen und dabei festgestellt worden, daß das Durchtreideln der Lastkähne von 350 Tonnen durch die Ladogakanäle 8—10 Tage erfordert, während bei Anwendung elektrischer Zugkraft für die 178 Kilom. lange Kanalstrecke ein Zeitaufwand von nur 50 Stunden nötig erscheint *).

Die Anwendung der Elektrizität auf den Schiffahrtsverkehr ist ein beachtenswertes, ernsthaftes Projekt!

*) Elektrotechnische Zeitschrift 1905, Heft 39, S. 911.

III. Abschnitt.

Die Statistik der Wasserkräfte.

Um die Masse der Wasserkräfte zahlenmäßig erfassen zu können, müssen wir eine Einheit zu Hilfe ziehen, in welcher sich die Größe derselben ausdrücken läßt. Allgemein ist die Pferdekraft als diese Einheit akzeptiert worden, d. h. man drückt die Leistung einer Wasserkraft dadurch aus, daß man untersucht, wie viele Pferdekräfte aus dieser Kraft gewonnen werden können. Durch die Summe aller dieser Pferdekräfte wird die Summe der Wasserkräfte repräsentiert *).

Eine solche Statistik der Wasserkräfte kann nun von verschiedenen Gesichtspunkten aus bewirkt werden:

1. Kann es sich darum handeln, sämtliche vorhandenen Wasserkräfte eines abgegrenzten Territoriums, ob dieselben bereits ausgenützt sind oder nicht, festzustellen.

Da nun aber die Wasserführung eines Gewässers nicht immer dieselbe ist und damit auch die Anzahl der Wasserkräfte einem Wechsel unterworfen ist, so müssen wir uns zunächst mit der Frage befassen, welche Wassermenge wir in den Bereich einer statistischen Feststellung ziehen wollen.

*) Die Pferdestärke = P.S. oder H.P. ist die technische Maßeinheit des mechanischen Effektes. Sie entspricht einer Stärke, welche in der Sekunde 75 Kilogr. 1 Mtr. hoch hebt. Dies entspricht ungefähr der Stärke eines Pferdes. Die Einheit des elektr. Effektes ist das Watt. Zwischen diesen beiden Einheiten besteht folgende Beziehung: 726 Watt = 1 P.S.

Wir sind gezwungen, diesen Unterschied zwischen der ständigen und unständigen Kraft des Wassers bei der statistischen Feststellung im Auge zu behalten, und nachdem auch die unständigen Wasserkraftmengen, d. h. diejenigen, welche nur während eines größeren oder kleineren Teiles des Jahres zur Verfügung stehen, für die Ausnützung nicht selten von Bedeutung sind, diese ebenfalls mit in den Bereich unserer Feststellungen ziehen. Ob freilich die Ausnützung dieser letzteren wirtschaftlich lohnend ist, ist eine Frage für sich und hängt von einer Reihe von Umständen ab, so vor allem, ob nach der Art der mit Kraft zu versehenden Betriebe die nur zeitweilig nutzbaren Kraftmengen mit Vorteil zu verwenden sind; es kommt weiter darauf an, mit welchem Grad von Sicherheit auf die Dauer dieser unständigen Kräfte und in welcher Jahreszeit damit gerechnet werden kann; dann namentlich auch, welcher Kostenaufwand erforderlich ist, um der Wasserwerkanlage eine solche Ausdehnung oder Einrichtung zu geben, daß auch die unständigen Kräfte von Kraftmaschinen aufgenommen werden können; hier spielt dann auch die Frage einer Dampf- oder anderen Hilfsanlage herein *).

Bei statistischen Feststellungen können aber auf solche spezielle Umstände keine Rücksichten genommen werden und es wird sich daher bei diesen in der Regel um die Feststellung der Minimalwasserkräfte handeln **).

Eine andere Frage ist, ob den Erhebungen die Roh- oder Nutzwasserkräfte zugrunde gelegt werden sollen. Von den Rohwasserkräften ist bekanntlich nur ein Teil ausnutzbar, da von dem Gesamtgefälle einer Flußstrecke ein Teil für Zuleitung des Wassers zum Turbinenhause

*) Beiträge zur Hydrographie des Großherzogtums Baden.

**) Das hydrometrische eidgen. Bureau legt seinen Erhebungen in der Tat die Minimalwassermengen zugrunde.

und für Rückleitung zum Flusse verloren geht oder in dem gestauten Flußbette zur Fortbewegung des Wassers unausgenützt bleiben muß, so daß nur der Unterschied aus dem vorhandenen Gefälle und dem in den Kanälen oder gestauten Flußläufen auftretenden Gefällsverlust für die Gewinnung nutzbarer Wasserkräfte zur Verfügung steht *). Eine allgemeine Regel über das Größenverhältnis der erreichbaren Nutzwasserkraft zur Rohwasserkraft läßt sich nicht aufstellen. Soviel steht indessen fest, daß da, wo man es mit großer Fallhöhe einer kleineren Wassermenge zu tun hat, die zu erzielende Nutzkraftmenge gegenüber der Größe der Rohkraft erheblich weniger weit zurückbleibt, als wenn die Rohkraft gleicher Größe durch kleinere Fallhöhe einer großen Wassermenge gebildet wird.

Da die Ableitung der Nutzwasserkräfte aus den Rohwasserkräften in jedem einzelnen Falle umständliche Rechenprozesse und eine genaue Kenntnis der örtlichen Verhältnisse erfordert, so kann von demjenigen, welcher die Statistik eines größeren Territoriums machen soll, nicht verlangt werden, die Nutzwasserkräfte in jedem einzelnen Fall aus den Rohwasserkräften abzuleiten und der Statistiker wird sich daher auf die Festlegung der Rohwasserkräfte beschränken müssen. Auch kann der Statistiker auf eine Akkumulation des Wassers oder Ablenkung einzelner Gewässerstrecken, wie solche durch künstliche Bauten möglich würden, natürlich keine Rücksicht nehmen.

Dies alles zusammengefaßt ergibt, daß es sich nur darum handeln kann, die sämtlichen vorhandenen Wasserkräfte eines abgegrenzten Territoriums nach deren mittleren jährlichen Minimalwassermenge, gleichviel ob dieselben ausgenützt oder unausgenützt sind, festzustellen.

---

*) Oskar v. Miller a. a. O.

Damit haben wir bereits eine Haupteinteilung der vorhandenen Wasserkräfte erwähnt, nämlich

a) ausgenützte Wasserkräfte,
b) unausgenützte Wasserkräfte.

ad a. Diese ausgenützten Wasserkräfte können wieder zergliedert werden

α) in rationell ausgenützte,
β) in unrationell ausgenützte.

Unter den Begriff irrationell ausgenützte Wasserkräfte würden dann alle diejenigen fallen, welche, mit den Hilfsmitteln der modernen Technik ausgerüstet, bedeutend höhere Nutzleistungen gäben, als sie es in Wirklichkeit tun. Dieser Begriff ist aber sehr dehnbar und der Wasserkraftstatistiker müßte mit dem modernen Turbinenbau fortwährend in enger Fühlung bleiben, um seiner Aufgabe gerecht werden zu können. In der Regel wird sich also eine solche Gliederung nicht empfehlen.

ad b. Die unausgenützten Wasserkräfte können ihrerseits wieder zerlegt werden

α) in ausnützbare Wasserkräfte,
β) in unausnützbare Wasserkräfte.

Diese Gliederung empfiehlt sich deswegen, weil es z. B. in abgelegenen Gebirgsgegenden kleine Wasserkräfte gibt, welche in jener Gegend nicht verwendet werden können, eine Kraftübertragung bis zum nächsten Verwendungsorte aber nicht rentabel erscheinen lassen. Diese Scheidung wird in der Regel nicht statistisch durchgeführt werden können, weil sich an dem Orte, wo die Kraft zur Verfügung steht, mit der Zeit ein Kraftbedürfnis bilden kann.

Einer Wasserstatistik kann demnach folgendes Schema zugrunde gelegt werden:

Vorhandene (Wasserkräfte).

Ausgenützte		Unausgenützte	
Rationell	Irrationell	Ausnützbar	Unausnützbar

Wohl die meisten Kulturländer, welche über Wasserkräfte verfügen, haben sich daran gemacht, eine Statistik über die vorhandenen Wasserkräfte aufzustellen; doch ist eine solche noch nirgends abgeschlossen. Dies findet seinen Grund in der ungeheuren Arbeit, welche eine solche Untersuchung erfordert. So hat z. B. ein in der Schweiz vom Bundesrate aufgestelltes hydrometrisches Bureau, dessen jährliche Ausgaben sich auf ungefähr 40 000 Frs. belaufen, nach mehr als zehnjähriger Arbeit heute seine Aufgabe noch nicht vollständig gelöst. Ein deutlicher Beweis dafür, wie schwierig es ist, eine feste Grundlage für eine solche Statistik zu gewinnen, ein Beweis aber auch dafür, mit welcher Vorsicht oberflächliche Zusammenstellungen dieser Art aufgenommen werden müssen. Bei dem regen Interesse für die Wasserkraftfragen werden Zahlen über Zahlen von gewinnbaren Kräften in allen Erdteilen genannt, die die Bedeutung des zu erschließenden Wirtschaftslebens dartun sollen. Die Zahlen gehen von Blatt zu Blatt, meist ohne auf ihren Wert geprüft zu werden und haben dann das Verdienst, die widersprechendsten Ansichten über den Wert und Umfang der Wasserkräfte hervorzurufen. So hat auch in der Schweiz eine frühere Statistik, welche im Jahre 1891 ein Ingenieur Robert Lauterburg in Bern veröffentlichte, so sehr dessen Bemühungen Anerkennung verdienen, in ihrem Endresultat nach dem Gutachten eines Experten nur 100000 P.S. zu verzeichnen. Auf Grund dieser Statistik lehnte der Bundesrat 1891 eine ihm vorgelegte Petition der Gesellschaft „Frei-Land“ folgenden Inhalts:

„Sämtliche noch unbenutzten Wasserkräfte der Schweiz „sind Eigentum des Bundes; die Gewinnung und „Ausbeutung derselben sowie deren Fortleitung durch Elek„trizität, Druckluft u. s. w. sind Bundessache. Über die „Durchführung dieses Monopols sowie über die Ver„teilung des Reinertrages aus demselben wird ein „Bundesgesetz das Nötige bestimmen" *).

als unbegründet ab.

Ohne untersuchen zu wollen, ob eine Verstaatlichung der Wasserkräfte von Vorteil ist, will ich mit dem angeführten Beispiele nur zeigen, wie wertvoll eine genaue Statistik für die ganze Volkswirtschaft ist. Nicht nur der Unternehmer, welcher eine Wasserkraft sucht, bedarf einer Statistik, sondern auch der Volkswirt und Gesetzgeber, um sich vom Stande der Dinge ein Bild machen zu können und diejenigen Interventionen zu treffen, welche für das Gedeihen der in Betracht kommenden Gruppen der beruflich gegliederten Volkswirtschaft angemessen erscheinen. Mit Schätzungen und Feststellungen ohne eine gesunde Grundlage ist hier nicht viel gedient, da dies keine Tatsachen sind; der Volkswirt bedarf aber unbedingt solcher, um seine Schlüsse ziehen und darnach handeln zu können!

Wenn der Nationalökonom gleichwohl da, wo ihm eine wissenschaftliche Statistik nicht zur Verfügung steht, zu dem Aushilfsmittel der Schätzung notgedrungen greift, so darf er auch dabei den Charakter der Wissenschaft nicht aus dem Auge verlieren. Es handelt sich auch in diesem Falle nicht um willkürliche Annahmen oder unzuverlässiges Erraten, sondern darum, aus bekannten Zählungen und Messungen, welche eine analoge Verwertung für die

*) Bericht an den Bundesrat über die Ausnützung der Wasserkräfte von A. Jegher.

Ermittlung der wahrscheinlichen Gestaltung einer durch unmittelbare Beobachtung nicht faßbaren Masse zulassen, Näherungswerte dieser Gestaltung abzuleiten. Bei den unserer Erörterung zugrunde gelegten Schätzungen dienen als Maßstab die naturwissenschaftlichen Gesetze, welche die Kraftentfaltung eines Wasserfalles bestimmen. Nicht alle Schätzungen, die wir heute zu lesen und zu hören bekommen, entsprechen dieser Forderung; es werden nur zu oft Methoden angewandt, welche zu ganz unbrauchbaren Resultaten führen!

Soll und will man bei Abschätzung einer Wasserkraft der Wirklichkeit möglichst nahe kommen, so müssen namentlich 2 Faktoren Berücksichtigung finden, nämlich

1. die Fallhöhe,
2. die Wassermenge in der Zeiteinheit (sec.).

Zur Ermittlung der Fallhöhe leisten die von fast allen Kulturländern aufgestellten topographischen Karten wesentliche Dienste; für eine solide Grundlage sind sie gleichwohl nicht ausreichend, so daß ein hydrometrisches Bureau die genauere Festlegung der Länge- und Querprofile zu übernehmen haben wird.

Weit mehr Schwierigkeit macht der zweite Faktor, die Wassermenge, worauf wir schon oben hingewiesen haben.

Die exakteste Methode zur Bestimmung der Wassermenge, welche natürlich bei Schätzungen nicht angewendet werden kann und welche wir hier nur der Vollständigkeit halber erwähnen, besteht darin, daß in den Wasserlauf ein Wehr eingebaut wird. Neben dem Wehr wird ein kleines Becken angelegt, das mit dem Oberwasser des Baches in Verbindung steht. Hier findet in einem Holz-

häuschen ein Uhrwerk Platz, das noch mit anderen Vorrichtungen versehen, die Abflußmengen aufzeichnet *).

Eine andere Methode, die aber ebenfalls nicht als Schätzung aufgefaßt werden kann, besteht darin, daß Schwimmermessungen angestellt werden und diese zu den Beobachtungen am angebrachten Pegel in Beziehung gesetzt werden.

Bei Schätzungen behilft man sich damit, daß man die Niederschlagsmengen eines Gebietes mehr oder weniger genau ermittelt und mit Zuhilfenahme von Abflußgesetzen **) die Abflußmengen bestimmt. Die Niederschlagsmengen sind nun selbstverständlich verschieden nach der geographischen Lage des betreffenden Gebietes und es ist deshalb wünschenswert, möglichst speziell die örtlichen Verhältnisse zu berücksichtigen. Je größer das Gebiet, für welches eine mittlere Niederschlagsmenge angenommen wird, je ungenauer wird die Bestimmung der Abflußmengen.

Zur Feststellung der Niederschlagsmengen dienen die Ombrometer. Diese Niederschlagsmengen-Meßstationen bilden die primitivste Voraussetzung zur Aufstellung einer einigermaßen zuverlässigen Schätzung. Wenn eine Schätzung der Grundlage von Niederschlagsmessungen ent-

*) Weiteres siehe Mattern a. a. O. S. 10.

**) Ein solches Abflußgesetz über die Beziehung von Niederschlag und Abfluß hat Intze (Talsperranlagen in Rheinland und Westfalen, Schlesien und Böhmen, Weltausstellung St. Louis 1904) aus seinen zahlreichen Messungen bei Vorarbeiten zu Talsperren hergeleitet. Er fand, daß man die Jahresabflußmenge eines Gebietes erhält, wenn man die Flächengröße mit einer Abflußhöhe multipliziert, die gleich der mittleren Regenhöhe des Gebietes, vermindert um 300 bis 350 Millim. ist. Diese letztere Zahl bezeichnet Intze als Verlusthöhe und glaubt nach seinen Wahrnehmungen schließen zu dürfen, daß diese Verlusthöhe in deutschen Gebirgsgegenden nur innerhalb sehr enger Grenzen schwankt. (Mattern l. c.)

behrt, so dürfte sie in das Gebiet der „Phantasiegemälde" gehören. Allerdings hat man versucht, Gesetze abzuleiten, um die mittlere Niederschlagsmenge für diese und die geographische Länge und Breite und eine gewisse Höhe über dem Meeresspiegel festzulegen; solche Gesetze sind aber ziemlich unzuverlässig infolge der lokalen Luftströmungen und Niederschläge. Es ergibt sich daher, daß man auf die Ombrometerbeobachtungen im Interesse einer brauchbaren Schätzung angewiesen ist.

Wenn nun die beiden Faktoren — Fallhöhe und Wassermenge — bestimmt sind, so lassen sich daraus die rohen Wasserkräfte berechnen. Selbstverständlich ist es von großer Bedeutung, welche der Wassermengen in Berücksichtigung gezogen werden; doch wollen wir mit Bezugnahme auf unsere obigen Erörterungen diese Frage hier nicht mehr ventilieren.

Um nun aus den rohen Wasserkräften die ausnutzbaren zu berechnen, sind wieder umständliche Rechenprozesse erforderlich, da das Verhältnis der beiden nicht immer das gleiche bleibt, vielmehr um so günstiger sich gestaltet, je größer das Relativgefälle ist. Diese Tatsache wird bei den wenigsten Schätzungen in Berücksichtigung gezogen und trägt daher wesentlich dazu bei, die Ungenauigkeit von vielen Schätzungen zu vermehren.

Wie wertlos Schätzungen sind, welche diesen Faktor nicht genügend berücksichtigen, zeigt folgende von Oskar v. Miller umstehend aufgestellte Tabelle.

Sehr einleuchtend erscheint uns die Methode, welche Oskar v. Miller zur Schätzung der Wasserkräfte Bayerns angewandt hat*). Allerdings ist ihm durch die Niederschlagsmessungen des bayerischen hydraulischen Bureaus

*) Oskar v. Miller: Die Wasserkräfte am Nordabhang der Alpen l. c.

596504

vorgearbeitet worden und der Faktor „Wassermenge", welcher meistens die Schwierigkeit von Schätzungen erhöht, konnte daher als gegeben angenommen werden. Sehr zu empfehlen wäre es, wenn diese Methode auch zur Bestimmung der Wasserkräfte anderer Länder angewandt würde, so daß man vorläufig bis zur Aufstellung der

Vorhandenes Gefälle auf 1 km	Vorhandenes Gefälle auf 1 km abzügl. des Kanalgefälles von 0,6 m auf 1 km d. i. ausnutzbares Gefälle auf 1 km	Verhältnis des ausnutzbaren Gefälles zum vorhandenen Gefälle bezw. der ausnutzbaren Wasserkraft zur rohen Wasserkraft
m	m	v. H.
0,6	0	0
0,65	0,05	7,5
0,7	0,1	15
0,75	0,15	20
0,8	0,2	25
0,85	0,25	30
0,9	0,3	35
1	0,4	40
1,1	0,5	45
1,2	0,6	50
1,35	0,75	55
1,5	0,9	60
1,7	1,1	65
2,0	1,4	70
2,4	1,8	75
		u. s. w.

definitiven Wasserkataster Anhaltspunkte hätte, um die zukünftige Gestaltung der volkswirtschaftlichen Verhältnisse, wie sie durch die Wasserkräfte beeinflußt werden, beurteilen zu können und der Staat diejenigen Maßnahmen treffen kann, welche zum Gedeihen der Volkswirtschaft von Nöten sind.

Im folgenden sollen die auf Grund von Schätzungen gewonnenen Wasserkräfte einzelner Länder vergleichsweise einander gegenübergestellt werden; es sei aber von vornherein erwähnt, daß uns keinerlei Aufschluß über

die angewandten Methoden vorliegt und wir nicht einmal wissen, ob es sich bei diesen Zahlen um Roh- oder Nutzwasserkräfte handelt und wir daher jede Verantwortung für die angeführten Zahlen ablehnen müssen.

Schweiz	1,5	Mill.	P.S.	Rohwasserkräfte
Österr. Alpen	1,7	„	„	„
Österr. Donauek u. Poprad-gebiet	0,07	„	„	„
Italien	5	„	„	„
Frankreich	9—10	„	„	„
Schweden	10	„	„	„
Norwegen	28	„	„	„
Finnland	4	„	„	„
Niagarafall	3—4	„	„	„
Bayern	1,9	„	„	„ *)

Wesentlich besser steht es mit der Statistik der ausgenützten Wasserkräfte, da die meisten Länder, welche eine Gewerbe- oder Betriebszählung durchführen, auch Fragen bezüglich der Motoren stellen. Da aber die meisten dieser Zählungen eine Reihe von Jahren zurückliegen, so geben auch diese kein genaues Bild der heutigen Wasserkraftnutzung, welche gerade in den letzten Jahren bedeutende Fortschritte gemacht hat.

Eine historische Statistik im weiten Sinne über die Wasserkräfte anzustellen erlauben uns die Gewerbezählungen von 1875 und 1895, und die allgemeine Berufszählung von 1882 im Deutschen Reiche. Zunächst folgt eine Übersicht über die Verwendung der einzelnen Betriebskräfte.

Der Vergleich der Zählung von 1895 mit derjenigen

*) Die neuerdings von Donat aufgestellte Behauptung, die Isar berge allein 300000 P.S., dürfte weit über die Wirklichkeit hinausschießen.

Tabelle 21.

Übersicht über die Verwendung der einzelnen Betriebskräfte.

Motorenbetriebe	Zahl der Betriebe im Jahre			Pferdestärke im Jahre	
	1875 [1])	1882 [2])	1895 [3])	1875	1895
Wind . . .	180	18901	18362	—	—
Wasser . . .	6067	53319	54259	168921	629065
Dampf . . .	18115	31923	58530	885582	2715078
Gas . . .	611	2746	14752	942	53841
Heißluft . .	159		639	305	1298
Summe	25132	106889	164342	1055750	3399282

von 1882 wird dadurch beeinträchtigt, daß damals nur die Motoren der Hauptbetriebe erfragt worden sind. Vergleichsweise erscheinen daher die Zahlen von 1895, welche die Nebenbetriebe mit umfassen, zu hoch. Beschränkt man die Vergleiche auf die Hauptbetriebe, so haben die Betriebe mit Wind- und Wassermotoren um je 14,7 Proz. abgenommen, dagegen die Dampfbetriebe um 67 Proz., die mit Gas- und Heißluftmotoren um 455,2 Proz., endlich die Betriebe mit Dampfkessel ohne Kraftübertragung um 72,8 Proz. zugenommen. Die von Natur unmittel-

[1]) Nach den Ergebnissen der deutschen Gewerbezählung von 1875, in welcher die Zahl der Motorenbetriebe mit mehr als 5 Gehilfen festgestellt wurde.

[2]) Nach den Ergebnissen der „Allgemeinen Berufszählung von 1882", in welcher die Zahl der Hauptbetriebe mit Motoren festgestellt wurde.

[3]) Nach dem Ergebnis der „Gewerblichen Betriebszählung von 1895", in welcher die Zahl der Haupt- und Nebenbetriebe festgestellt wurde.

bar dargebotenen Naturkräfte haben an Bedeutung eingebüßt, die Dampf- und Wärmemotoren sich dagegen rasch verbreitet. Der Vergleich mit den Ergebnissen der Gewerbezählung von 1875 ergibt für die Betriebe mit mehr als 5 Personen nicht nur eine erhebliche Vermehrung von Motoren, auch der durch Luft und Wasser getriebenen, sondern auch insbesonders der verwendeten Pferdekräfte, der Triebvorrichtungen; denn es entfallen durchschnittlich auf einen Betrieb *)

	1895	1875
Mit Wasserkraft	38,2 P.S.	27,8 P.S.
„ Dampfkraft	67,7 „	48,9 „
„ Gas oder Heißluft . . .	4,3 „	1,6 „
Im ganzen	48,8 „	42,0 „

Interessant dürfte für die Wasserkräfte eine Vergleichung mit den Resultaten der nächsten Gewerbezählung werden, da der Einfluß der elektrischen Kraftübertragungen in der Zählung von 1895 noch nicht zutage tritt.

Was die Art der Verwendung der aus Wasserkraft gewonnenen Energie in den Jahren 1875, 1882 und 1895 anbelangt, so ist dies aus folgender Tabelle ersichtlich.

Hieraus ersehen wir, daß die Industrie der Nahrungs- und Genußmittel 60,1 Proz. aller Wasserbetriebe in sich schließt, mit 44,7 Proz. sämtlicher verwendeter Wasser P.S. Den Löwenanteil daran hat das Mühlengewerbe; doch dürfte sich heute die Sache etwas anders gestalten, da sich fast allgemein da, wo größere Wasserkräfte zur Verfügung stehen, die Tendenz zeigt, an Stelle

*) Archiv für soziale Gesetzgebung und Statistik im Deutschen Reich von F. Rauchberg.

Tabelle 22. **Art der Verwendung der aus Wasserk**

Jahr		Kunst- u. Handelsgärtnerei	Tierzucht und Fischerei	Bergbau-, Hütten- und Salinenwesen	Industrie der Steine und Erden	Metallverarbeitung	Industrie der Maschinen und Instrumente	Chemische Industrie	Industrie der Leuchtstoffe, Fette, Seifen und Öle	Textilindustrie	Papierindustrie[1])
1875	Anzahl der Wasserbetriebe	2	—	587	529	554	300	154	80	1542	7
	Anzahl der P.S.	13	—	23174	8351	10666	3680	3226	1701	45875	30 98
1882	Anzahl der Wasserbetriebe	3	—	679	2214	2702	651	470	1092	2208	1 78
1895	Anzahl der Wasserbetriebe	7	2	354	1757	2217	822	526	997	1936	1205
	Anzahl der P.S.	9	6	15438	19489	25887	12259	6654	5698	65125	112407

[1]) Die Lederindustrie wurde 1875 und 1882 mit der Papierindustrie zusammengezählt, so daß die Zahlen der Papierindustrie dieser Jahre auch die entsprechenden Zahlen der Lederindustrie enthalten.

...onnenen Energie in Deutschland.

Bekleidungsindustrie[1])	Industrie der Holz- und Schnitzstoffe	Industrie der Nahrungs- und Genußmittel	Bekleidungs- und Reinigungsgewerbe	Baugewerbe	Photographisches Gewerbe	Künstlerisches Gewerbe	Handelsgewerbe	Versicherungsgewerbe	Verkehrsgewerbe	Beherbergungs- und Erquickungsgewerbe	Summe
—	518	971	31	16	17	2	15	—	—	4	6067
—	7379	33315	306	69	25	11	83	—	—	18	168921
—	7771	33527	75	28	36	4	68	—	—	2	53319
786	10424	32594	120	102	63	5	294	—	2	46	54259
4509	75696	281090	1386	971	220	24	2032	—	12	153	629065

Tabelle 22. **Art der Verwendung der aus Wasserkr**

Jahr		Kunst- u. Handelsgärtnerei	Tierzucht und Fischerei	Bergbau-, Hütten- und Salinenwesen	Industrie der Steine und Erden	Metallverarbeitung	Industrie der Maschinen und Instrumente	Chemische Industrie	Industrie der Leuchtstoffe, Fette, Seifen und Öle	Textilindustrie	Papierindustrie[1])
1875	Anzahl der Wasserbetriebe	2	—	587	529	554	300	154	80	1542	74
	Anzahl der P.S.	13	—	23174	8351	10666	3680	3226	1701	45875	3098
1882	Anzahl der Wasserbetriebe	3	—	679	2214	2702	651	470	1092	2208	178
1895	Anzahl der Wasserbetriebe	7	2	354	1757	2217	822	526	997	1936	1205
	Anzahl der P.S.	9	6	15438	19489	25887	12259	6654	5698	65125	112407

[1]) Die Lederindustrie wurde 1875 und 1882 mit der Papierindustrie zusammengezählt, so daß die Zahlen der Papierindustrie dieser Jahre auch die entsprechenden Zahlen der Lederindustrie enthalten.

wonnenen Energie in Deutschland.

Textilindustrie[1])	Industrie der Holz- und Schnitzstoffe	Industrie der Nahrungs- und Genußmittel	Bekleidungs- und Reinigungsgewerbe	Baugewerbe	Photographisches Gewerbe	Künstlerisches Gewerbe	Handelsgewerbe	Versicherungsgewerbe	Verkehrsgewerbe	Besherbergungs- und Erquickungsgewerbe	Summe
—	518	971	31	16	17	2	15	—	—	4	6067
—	7 379	33 315	306	69	25	11	83	—	—	18	168921
—	7 771	33 527	75	28	36	4	68	—	—	2	53 319
786	10 424	32 594	120	102	63	5	294	—	2	46	54 259
4509	75 696	281 090	1386	971	220	24	2 032	—	12	153	629065

der bisherigen Mühlen kleinere oder größere Elektrizitätswerke treten zu lassen.

Die Bedeutung der elektrochemischen Industrie für die Ausnützung der Wasserkräfte tritt in der Statistik von 1895 noch nicht hervor; sie verwendet insgesamt nur 6654 P.S.

Besonderes Augenmerk verwendet Frankreich auf die Ausnützung von Wasserkräften. Man weist dort darauf hin, daß ein großer Teil der in der Industrie benötigten Kohlen vom Auslande bezogen werden muß. So betrug z. B. die Einfuhr von den im Jahre 1899 gebrauchten Kohlen 13,3 Mill. Tonnen (Gesamtbedarf 45,2 Mill. Tonnen). Loppé berechnet, daß die Aufschließung von 3 Millionen hydraulischen Pferdekräften erforderlich wäre, um diese Kohleneinfuhr entbehrlich zu machen *).

Interessant ist die in der französischen Statistik gemachte Unterscheidung der Wasserkräfte an den schiffbaren und nicht schiffbaren Gewässern und die daraus resultierende Tatsache, daß, während an den nichtschiffbaren Gewässern 488891 P.S. ausgenutzt sind, an den schiffbaren nur 86081 P.S. Verwendung finden. Dies erklärt sich aus dem unschwer zu findenden Grunde, daß sich Wasserkraftanlagen an nichtschiffbaren Gewässern mit weniger Kosten ausbauen lassen als an den schiffbaren.

Auch die statistica industriale Italiens macht ersichtlich, welch große Bedeutung heute schon den Wasserkräften in Italien zukommt **).

Während die Gesamtsumme aller P.S. 1175945 beträgt, sind 418248 davon durch Wasserkraft erzeugt, also 35,5 Proz.

*) Mattern a. a. O.

**) Statistica industriale. Parte II. Riassunto delle Notizie sulle condicioni industriali del Regno. Roma. 1905.

Im österreichischen statistischen Handbuch findet sich ebenfalls ein Anhaltspunkt über die ausgenützten Wasserkräfte. Die Summe aller Betriebe, welche mit Betriebsbogen gezählt sind, beträgt darnach 57 085 mit 1 791 943 P.S.*), daran haben Wasserkraft und Elektrizität einen Anteil von **24,5 Proz.**

Für die Schweiz fehlen uns leider vollständige statistische Angaben über die ausgebeuteten Wasserkräfte. Die erste eidgenössische Betriebszählung fand am 9. August 1905 statt, doch sind deren Resultate noch nicht vollständig verarbeitet. Aus dem bisher Festgestellten können wir nur entnehmen, daß die Gesamtzahl der Betriebe 564 022 beträgt, davon sind 537 553 ohne und 26 469 Betriebe mit Motoren ausgerüstet; in letzteren sind 515 859,3 P.S. vorhanden. Nach der schweiz. Fabrikstatistik**) beträgt nun die Zahl der erhobenen Fabriketablissemente mit Motoren 4537, in welchen insgesamt 320 432 P.S. verwendet werden; hiervon entfallen auf Wasser 2058 Etablissements mit 185 486 P.S. und auf Elektrizität 1213 Etablissements mit 37 413 P.S., der prozentuale Anteil der Wasserkräfte an den Betriebskräften der schweiz. Fabriken beträgt somit **57,8 Proz.** (Tabelle 23.)

Wir haben an der Hand des gegebenen Materials im Obigen die heutige Verwendung bezw. Inangriffnahme der Wasserkräfte in einzelnen Ländern erörtert und auf die beachtenswerte Tatsache hingewiesen, daß gerade diejenigen Länder, welche arm an Kohlen sind, ein Äquivalent in ihren Wasserkräften finden: Bayern, die Schweiz, die Gebirgsgegenden Frankreichs, Tirol, Italien, Skan-

*) Österr. statist. Handbuch. XIII. Jahrg. 1904. Wien.

**) Schweiz. Fabrikstatistik nach den Erhebungen des eidgen. Fabrikinspektorates vom 5. Juni 1901; herausgegeben vom schweiz. Industriedepartement. Bern 1905.

Tabelle 23.

Die Wasserkraft in den schweizerischen Fabriken.

Industriegruppen	Zahl der Etablissemente mit Motoren			Betriebskräfte P.S.		
	Total	Mit Wasser	Mit Elektrizität	Total	Wasser	Elektrizität
I. Textilindustrie	959	548	161	72 045	35 979	4 910
II. Häute, Leder, Haare	114	43	32	2 821	559	804
III. Lebens- und Genußmittel	510	278	111	34 561	14 876	5 376
IV. Chemie und chem.-phys. Industrie . .	248	115	46	127 268	101 243	10 751
V. Papier- und polygraph. Industrie . .	443	138	156	15 120	8 320	2 062
VI. Holzbearbeitung	775	331	132	15 484	5 571	1 605
VII. Metallbearbeitung	261	125	71	11 851	6 737	1 906
VIII. Maschinenindustrie	492	215	157	17 786	4 012	4 418
IX. Bijouterie und Uhren	440	147	252	3 737	1 109	1 545
X. Erden und Steine	336	129	98	19 760	7 078	4 038
Total	4537	2058	1213	320 432	185 486	37 413

dinavien. Welche Umwälzungen wird nun voraussichtlich die Nutzbarmachung der Wasserkräfte hervorrufen? Da begegnen wir nun den widersprechendsten Ansichten, im allgemeinen sowohl wie bei der Beantwortung der Frage über die Nutzbarmachung der Wasserkraft in den einzelnen Betriebszweigen.

Optimisten haben z. B. für Bayern prophezeit, daß durch die Nutzbarmachung der Wasserkräfte gewaltige Industriezentren geschaffen werden, daß Hausindustrie und Handwerk einen gewaltigen Aufschwung nehmen werden, daß insbesondere die bayerische Landwirtschaft zu ungeahnter Blüte emporgetragen werde! Unsere früher gemachten Ausführungen erübrigen uns, die Richtigkeit dieser Behauptung näher zu untersuchen, wir begnügen uns vielmehr mit dem bloßen Hinweise, daß eine wesentliche Änderung höchstens auf dem Gebiete der Großindustrie, welche eine rationelle Ausbeute der Wasserkräfte am besten gewährleistet, zu erwarten steht, daß aber im übrigen Bayern nach wie vor seine berufliche Gliederung und auch die Landwirtschaft ihre bisherige Betriebsart bis auf weiteres beibehalten wird.

Die Schweiz, ein Industriestaat, wird angesichts ihrer beträchtlichen Wassermengen einerseits und des bedeutenden Kohlenimportes andererseits, mit berechtigten Hoffnungen der Wasserkraft sich annehmen und sie in den Dienst der Großindustrie und der Eisenbahnen stellen; gleiches oder ähnliches wird bei den übrigen oben angeführten kohlenarmen Ländern der Fall sein; im übrigen aber wird das Urteil über die Bedeutung der Wasserkraft auf die Erfahrungen in der Zukunft aufgebaut werden müssen!

IV. Abschnitt.

Die Staatspolitik zur Förderung einer rationellen Ausbeute der Wasserkräfte.

Die große Bedeutung der Wasserkraft in wirtschaftlicher Beziehung führt uns zu den Aufgaben des Staates, der dazu berufen ist, diejenigen Maßnahmen zu treffen, welche zur Hebung dieses neuen Industriezweiges erforderlich und zweckdienlich ist. Wir haben schon eingangs gesehen, welch ungeheure Kraftmengen heute von Industrie, Eisenbahn u. s. w. benötigt werden und daß die hierfür in Anspruch genommenen Kohlen nur mehr in sehr begrenzter Menge vorhanden sind. Um so mehr ist es Pflicht des modernen Staates, alle diejenigen Maßnahmen zu treffen, welche einer sofortigen, rationellen Ausbeute der „weißen Kohle" förderlich sind. Dies kann geschehen:

1. Mittelst Feststellung bestimmter Rechtsnormen, welche für die volkswirtschaftliche Gestaltung maßgebend sind.
2. Mittelst fördernder Einzelmaßnahmen und Veranstaltungen.

1. Kapitel.

Staatliche Interventionen mittelst Feststellung bestimmter Rechtsnormen.

Die fließenden Gewässer sind fast ausnahmslos Gegenstand eines besonderen Wasserrechtes geworden, welches

auf der Grundidee einer intensiven Einschränkung des Privatrechts durch öffentliches Recht und des Sonderrechts durch Gemeinschaftsrecht überall sich aufbaut.

Es treten dabei zwei Systeme auf:

1. Ein privatrechtliches Wasserrecht, nach welchem das Recht an dem Wasser in genereller Weise auf eine gewisse Gruppe von Einzelnen, z. B. auf die Ufereigentümer übertragen ist, die dann unter gemeinschaftlichem Eigentumsrecht darüber verfügen kann.

2. Ein öffentlich-rechtliches Wasserrecht, nach welchem die Volkswirtschaft selbst das Eigentumsrecht an den innerhalb desselben befindlichen Rezipienten behält und durch ihre Organe (Staat oder Gemeinden) für jeden einzelnen Fall an einzelne Private das Verfügungsrecht über das Wasser erteilt.

Die Frage, ob das eine oder das andere System mit den volkswirtschaftlichen Interessen am meisten übereinstimmt, ist besonders aktuell geworden mit bezug auf das Wasser als Betriebskraft. Es haben sich, wo das privatrechtliche System gehandhabt wurde, insbesondere folgende Mißstände herausgestellt:

1. Die Wasserkräfte sind beliebte Spekulationsobjekte geworden. Die Spekulanten verfahren dabei in der Weise, daß sie sich die Konzession zur Ausbeutung einer Wasserkraft sichern und diese später mit hohem Gewinnaufschlag wieder verkaufen*). Dies bedeutet eine Verteuerung der Betriebskraft, welche auf Konto der Kon-

*) Nach Schär a. a. O. zahlte z. B. die Stadt Zürich der Firma Froté & Westermann 15000 Frs., damit diese Firma ihr die Konzession für das Albulawerk auf ein Jahr zur Verfügung hielt!

Ferner wurden noch folgende Konzessionssummen in der Schweiz bezahlt, ohne daß der Staat etwas davon erhielt:

sumenten dieser Kraft einigen wenigen Bevorzugten zugute kommt.

In Schweden z. B. haben Zwischenhändler Ufergrundstücke angekauft, um sich dadurch die vorhandenen Wasserkräfte zu sichern. Es wurde dann die Größe der vorhandenen Wasserkraft bestimmt und berechnet, was die Montierung einer P.S. kosten werde. Den Unterschied zwischen dem Wert einer hydroelektr. P.S. und dem einer Dampf-P.S. läßt man den Wert einer P.S. in einem natürlichen Gewässer entsprechen. So kapitalisiert man ein an sich gratuites Naturprodukt. Die Folge davon ist, daß die Wasserkräfte des Landes größtenteils unbenutzt sind; denn die Kraftabnehmer haben keinen Vorteil, vom Dampfbetrieb zum elektrischen Betrieb überzugehen und es werden trotz der reichlich vorhandenen Wasserkräfte neue Kraftstationen mit Dampfbetrieb angelegt*).

Auch in Frankreich ist eine ähnliche Erscheinung zutage getreten, dort verlangten die Spekulanten so unsinnig hohe Preise für ihr Eigentum, daß sie die Industrie zwingen, auszuwandern**).

Nicht nur in der Verteuerung der Wasserkräfte liegt der Verlust für die ganze Volkswirtschaft, sondern auch besonders darin, daß die Spekulanten die Wasserkräfte nicht ausbauen, sondern sich damit begnügen, die Kon-

	Konzessionssumme	Leistung	Belastung pro 1 P.S.
Betznau	200000 Frs.	10000	20 Frs.
Wangen a. A. . . .	365000 „	5000	73 „
Winau	300000 „	3750	80 „
Kander	100000 „	6000	16,66 „
Luzern-Engelb. . .	100000 „	6000	16,66 „
Brusio	700000 „	30000	23,33 „

*) Aström: Über das Wasserrecht in Nord- und Mitteleuropa. Leipzig. Deichertsche Verlagsbuchh. 1905.

**) Aström l. c.

zession zu erwerben und sie erst dann wieder verkaufen, wenn sie einen genügend hohen Preis dafür bekommen *). Jede unbenutzte Wasserkraft bedeutet aber für die Volkswirtschaft einen großen Verlust!

2. Nehmen die Wasserkräfte infolge der Konkurrenz mit anderen Betriebskräften auch keine Monopolstellung in der gesamten Volkswirtschaft ein, so beruht doch ihre Bedeutung für die Volkswirtschaft gerade in der Billigkeit der von ihnen gelieferten Betriebskraft. Kommen nun die Wasserkräfte nach dem individuellen Systeme ohne Vorbehalt in das Eigentum einiger weniger, so geht für die übrigen das Moment der Billigkeit verloren; denn jede, auf privatwirtschaftlicher Grundlage beruhende Unternehmung geht darauf aus, ihren Betrieb derart zu gestalten, daß bei der verkehrsmäßigen Verwertung der von ihr hergestellten Sachgüter oder dargebotenen Dienstleistungen ein möglichst großer Überschuß der Betriebseinnahmen über die Ausgaben erzielt werde. Die Hauptausgaben einer hydroelektrischen Anlage bestehen nun in der Verzinsung und Amortisation des Anlagekapitals. Andererseits wachsen mit der Größe des Absatzes auch ihre Einnahmen, während die laufenden Betriebskosten nur in ganz unbedeutendem Grade zunehmen. Sie wird daher vor allem darauf bedacht sein, eine Anzahl Großkonsumenten zu gewinnen, ehe sie ihre Ware auch an kleinere Abnehmer absetzt und sie wird daher die erstern

*) Interessant ist ein Vergleich zwischen Wasserkraftwerk und Kohlenbergwerk. Auch die Kohlenproduktion hat unter der Spekulation zu leiden. Bekanntlich wird in Preußen z. B. das Mutungsrecht gegen 1 Mk. 50 Pfg. Stempelabgaben gewährt. Dies hat zur Folge, daß fast alle Kohlenlager vergeben sind, aber nicht ausgebeutet werden. So hat Hessen z. B. ungefähr 1900 Bergwerksverleihungen, im Betriebe sind aber nicht einmal die Hälfte.

gegenüber den letzteren begünstigen*). Findet daher eine Unternehmung genügend Großkonsumenten, um ihre Ware absetzen zu können, so müssen die event. Kleinabnehmer auf den Bezug verzichten.

Anderseits wird eine private Unternehmung ihre Preise so hoch ansetzen, als die Besorgnis von einer direkt oder indirekt sie bedrohenden Konkurrenz ihr als rätlich erscheinen lassen mag. Gegenüber den größten Konsumenten wird sie in der Reduktion des andern gegenüber festgehaltenen Preises gerade so weit gehen, daß sie von der Erstellung einer eigenen Anlage zur Erzeugung von Energie absehen. Hier handelt es sich dann nicht mehr um eine nach der Größe der Selbstkosten sich richtende ermäßigte Fixierung des Preises, sondern um die Aussetzung einer Prämie dafür, daß der betr. Konsument auf die Erstellung einer eigenen Anlage verzichtet**). Die Kleinabnehmer, bei welchen keine Gefahr vorhanden ist, erhalten diese Prämie selbstverständlich nicht.

So kann sich also doch eine gewisse Monopolstellung der Wasserkräfte in ihrem Bezirke herausbilden, daß sie beim individuellen Systeme nur einigen wenigen zugute kommt. Von Vergrößerung des Nationalreichtums, Förderung der Produktion, Erleichterung der Konkurrenz der betr. Industrie auf dem Weltmarkte ist dann ebensowenig die Rede wie von einer allgemeinen Besserung der wirtschaftlichen und sozialen Zustände.

*) Der Anschluß eines Großkonsumenten, welcher z. B. 100 P.S. bezieht, kommt das Kraftwerk nur etwa auf den zehnten Teil derjenigen Kosten zu stehen, welche die Herstellung der Anschlußleitungen für 10 Abonnenten, von denen ein jeder nur 10 P.S. verbraucht, ihm verursacht. — A. Pfleghardt, Rechtsanwalt in Zürich: Die Rechtsverhältnisse der elektr. Unternehmungen. Im Auftrag der Direktion der öffentl. Bauten des Kanton Zürich vom gesetzpolitischen Standpunkt aus erörtert. Zürich 1905.

**) Schär a. a. O.

3. Eine Gefahr, welche zwar bis jetzt noch nirgends in Erfüllung gegangen ist, bildet beim individuellen System die Verteuerung durch Schaffung eines künstlichen Monopols, wie ein solches durch Trusts gebildet werden kann*). Da Wasserkräfte nicht beliebig vermehrbar sind, so nehmen sie von vornherein eine Art Monopolstellung ein. Wie wir bereits erwähnt haben, wird der Preisbildung der Wasserkraft durch die Kosten für Dampfenergie eine Höchstgrenze gezogen. Vereinigen sich nun die hydroelektrischen Werke einmal unter sich zu einem Trust, so ist es ihnen ermöglicht, diese Höchstgrenze der Preisbildung zu erreichen**) und bei einem Zusammengehen der Wasserkraftunternehmer mit den Kohlensyndikaten ist ein Hinaufschrauben durch diesen Trust sehr wohl denkbar. (Petroleum, Benzin 2c. kommen hier kaum in Betracht, um so mehr, als hier auch schon Syndikate bestehen).

4. Die Energie einiger Wasserkräfte wird ins Ausland abgeführt***). Dadurch kommen die Vorteile, welche der Besitz von Wasserkräften einer Volkswirtschaft bietet, dieser nicht zugute; denn das Land wird kaum einen so

*) Schär a. a. O.

**) Es bestehen heute schon Verträge zwischen den elektr. Werken, welche zwar nicht die Steigerung der Preise bezwecken, sondern dazu dienen sollen, daß nicht im gleichen Reviere von verschiedenen Unternehmungen Kraftleitungen gebaut werden müssen. Solche Verträge sind bekannt geworden (nach Schär) zwischen den Waadtländerwerken unter sich und mit den Freiburger Werken seit 1903; zwischen den Freiburger und den Bernerwerken seit 1904, ferner zwischen Rheinfelden und Beznau u. s. w.

***) So führt das Kraftwerk Brusio in der Schweiz Energie nach Oberitalien aus.

Am 31. März 1906 ist in der Schweiz ein Bundesbeschluß zustande gekommen, welcher die Ausfuhr von Energie in das Ausland verbietet.

hohen Verkaufspreis für die Wasserkräfte erzielen, als daß dieser die Vorteile der Selbstbenützung aufzuheben vermöchte.

5. Eine planmäßige Ausbeutung der Wasserkräfte ist von großer volkswirtschaftlicher Bedeutung. Ich denke dabei an die Zusammenziehung der Gefälle und eine planmäßige Verteilung der Elektrizitätswerke über das ganze Territorium. Beim individuellen System bemächtigt sich aber die Privatspekulation unbehindert der günstigsten Wassergefälle, unbekümmert um eine rationelle Exploitierung ganzer Flußstrecken; ob dabei ein ganzer Flußlauf zerstückelt wird, und manches Gefällstück als Opfer dieses Raubsystems für immer verloren geht, ist für sie Nebensache *).

*) Der auf dem Gebiete des Wasserbaues bahnbrechend voranschreitende schweizerische Ingenieur Professor Zschokke bringt in seinem Berichte über die Ausnutzung der Wasserkraft der Maira in Bergell folgendes: Das Gefälle der Maira ist ein sehr unregelmäßiges und konzentriert sich hauptsächlich auf zwei ausgesprochene Stromschnellen. Diese beiden Stromschnellen zogen schon in den 90er Jahren die Aufmerksamkeit von Konzessionsbewerbern auf sich. In jener Zeit des überstürzten Aufschwunges der Calciumkarbidfabrikation suchte ein Bewerber den andern zu überbieten. Die naturgemäße Folge davon war, daß nach dem ebenso raschen Rückgang dieses Industriezweiges die erworbenen Konzessionen wieder fallen gelassen wurden. Daß die Verhältnisse diese Wendung nahmen, muß als ein wahres Glück für die betreffende Landesgegend betrachtet werden, dadurch, daß die zwei günstigsten Stücke der Wasserkraft herausgeschnitten und einzeln, d. h. unabhängig ausgenutzt worden wären, hätten die beiden noch verbleibenden Zwischenstrecken der Maira mit geringerem Gefälle eine große Entwertung erfahren, indem deren Ausnutzung sich unrationell und unlohnend gestaltet hätte. Aber auch die Totalkraft der beiden Stromschnellen hätte bloß 5500—6500 P.S. ergeben. Es wäre infolgedessen nur $^1/_7$—$^1/_8$ der gesamten Kraft zur Ausnutzung gelangt und das Sechs- bis Siebenfache gleichzeitig für immer zerstört worden. — Die Wasserkräfte der bayer. Alpen von Fischer-Reinau. Zürich 1906. Sonderabdruck S. 4.

Aus den obigen Erörterungen dürfte zur Genüge bewiesen sein, daß der Vorteil, den ein Land vom Besitze großer Vorräte an Wasserkräften hat, bei einem privatrechtlichen System vernichtet wird. Nur ein öffentlichrechtliches Wasserrechtssystem liefert die Garantie dafür, daß die Wasserkräfte im Sinne des allgemeinen Wohles ausgenützt werden.

Wenn wir die positiven Wasserrechte der verschiedenen Länder betrachten, so finden wir, daß es außer der bereits gemachten Unterscheidung zwischen privatrechtlichem- und öffentlichrechtlichem System eine dritte Gruppe von Rechtsordnungen gibt, nach welchen das Wasser teils öffentlich, teils privat ist; wir nennen es das gemischte System.

1. Privatrechtliches System haben Norwegen und Finnland.

2. Öffentlichrechtliches System haben Österreich-Ungarn, Schweiz, Italien, Baden.

3. Gemischtes System haben Frankreich, Preußen, Sachsen, Bayern.

Seitdem die elektrische Kraftübertragung ihren Siegeszug durch die Welt gemacht hat, zeigt der Staat immer mehr und mehr die Tendenz zu einer tiefer werdenden Intervention in der Wasserwirtschaft. Wir erinnern beispielsweise an die Umgestaltung des badischen Wasserrechts, wonach mit dem Gesetze vom 26. Juni 1899 natürliche, nicht öffentliche Wasserläufe als Eigentum der Gemeinden erklärt worden sind, während nach den früheren Gesetzen vom 25. August 1876 die Uferbesitzer auf beiden Seiten Recht an der Hälfte des vorbeifließenden Wassers sowohl für die Bewässerung als für gewerbliche und andere erlaubte Zwecke hatten. (Wir weisen ferner hin auf die neue Gestaltung des Wasserrechts in Bayern.)

Nach dem Gesetze vom 4. Mai 1890 des Kanton Glarus werden die Seen, Flüsse und diejenigen Bäche, welche zur Anlage größerer Wasserwerke benutzt werden, als öffentliche Gewässer erklärt und die Erstellung von Bauten und Stauvorrichtungen an denselben von einer regierungsrätlichen Bewilligung abhängig gemacht, während früher der Uferbesitzer berechtigt war, die Wasserkraft zur Hälfte für gewerbliche Zwecke zu benützen.

Auch der Kanton St. Gallen hat am 23. November 1893 ein Gesetz erlassen, wonach sämtliche Gewässer dem Hoheitsrechte des Staates unterstehen *).

In allerneuester Zeit wurde auch im Kanton Bern ein Gesetz über die Benutzung der öffentlichen Gewässer und der unter öffentliche Aufsicht gestellten Privatgewässer erlassen.

Bayern ist zurzeit ebenfalls vor die wichtige Aufgabe einer Änderung des Wassergesetzes von 1852 gestellt; die bayerischen Wassergesetze von 1852 waren für ihre Zeit und darüber hinaus ein vortreffliches Gesetzgebungswerk. Gleichwohl ist eine Änderung derselben nunmehr unumgänglich geworden, da sie gegenüber der hohen kulturellen Bedeutung des Wassers auf einem zu einseitig privatrechtlichen Standpunkt standen.

Für die Verwirklichung der Übertragung der Gewässerhoheit auf den Staat, welche Form allein ein öffentlichrechtliches System gewährleistet, kommen insbesondere zwei prinzipielle Lösungen in Betracht:

1. Monopolisierung der Wasserkräfte.
2. Konzessionserteilung durch den Staat.

---

*) Jegher, Bericht über die Wasserverhältnisse der Schweiz. 1894.

I. Monopolisierung der Wasserkräfte.

Die Frage der Monopolisierung der Wasserkräfte ist man besonders in der Schweiz nahe getreten; heute wird diese prinzipielle Lösung der Wasserrechtsfrage kaum mehr in Betracht kommen, wenigstens insoweit die für staatliche Zwecke nicht mehr benötigten Wasserkräfte in Frage stehen.

Wagner stellt für die Staatstätigkeit auf diesem Gebiete folgende Regel auf*):

„Der Staat hat diejenigen Tätigkeiten zur Befriedigung der Bedürfnisse seiner Angehörigen zu übernehmen, welche weder die Privatwirtschaften noch freie Vereine, noch andere Zwangsgemeinschaften (öff. Selbstverw.-Körper) überhaupt oder welche alle diese nur weniger gut oder nur kostspieliger ausführen können."

Diese Bedingungen werden unter dem Einflusse des Konzessionsprinzipes sicherlich erfüllt werden durch die Privatwirtschaften, und der Staat braucht keineswegs als Unternehmer aufzutreten und das gewaltige Risiko auf sich zu laden, welche die gewerbliche, insbesondere großindustrielle Verwertung mit sich bringt**).

Ein Umstand könnte allerdings für die Monopoli-

*) Handwörterbuch der Staatswissenschaften.

**) Pr. Lujo Brentano betont in seinem am 3. Januar 1907 in Berlin gehaltenen Vortrag: „Wir stehen erst am Anfang einer Entwicklung, welche der privaten Unternehmung von ihr bisher kaum berührte Erdteile erschließt und das hat die bisherige Erfahrung gezeigt, daß die verschiedenen Nationen in dem Wettkampf um diese Erschließung als Sieger hervorgehen, je weniger sie dem Staate, je mehr sie der privaten Initiative überlassen!"

Cf. auch Dr. Emanuel Hermann: Wirtschaftliche Fragen und Probleme der Gegenwart, Leipzig 1893, wo u. a. gesagt ist (S. 54): In den Privatunternehmungen konzentriert sich der Geist des Fortschritts und der technischen Umwälzungen."

sierung der Wasserkräfte sprechen: Die Konsumption der Elektrizität ist eine gemeinsame vieler geworden und wird voraussichtlich einmal so weit gehen, daß fast alle Staatsangehörigen des elektrischen Stromes bedürfen. Diesem Umstande kann aber der Staat mit dem Konzessionsprinzipe ebenso gut Rechnung tragen, wie mit der Monopolisierung, indem er sich ein Rückkaufsrecht vorbehält.

II. Konzessionserteilung durch den Staat.

Dieses System hat gegenüber dem vorigen große Vorteile, allerdings muß es gewissen Bedingungen entsprechen:

Der Staat wird die Konzession zur Ausnützung einer Wasserkraft unter Wahrung eines einheitlichen Planes, um einer Zerstückelung der Gefälle vorzubeugen, nur erteilen:

1. wenn das Wasserwerk die öffentlichen Interessen berücksichtigt,
2. wenn dasselbe die zweckmäßige und wirtschaftlich rationelle Ausnützung der Wasserkräfte garantiert, und
3. wenn der Staat nicht selbst für seine Zwecke die Wasserkraft erwerben will.

1. Berücksichtigung der öffentlichen Interessen.

Diese enthält a) die Verpflichtung zur allgemeinen Abgabe elektrischer Energie an die umliegenden Bewohner. Wie bereits oben gezeigt, haben die Privatunternehmer Interesse daran, möglichst wenige, aber Großabnehmer zu haben; es liegt demnach die Gefahr nahe, daß die Mehrheit der um das Kraftwerk herumwohnenden von der Anteilnahme an demselben ausgeschlossen wäre, was

natürlich den Anforderungen des öffentlichen Interesses, der Berücksichtigung der Gesamtheit direkt zuwider laufen würde.

b) Die Verpflichtung einer gleichmäßigen Behandlung aller Abnehmer; jede Bevorzugung eines Abnehmers kommt einer Belastung aller übrigen gleich.

c) Die behördliche Genehmigung der Tarife. Hiedurch soll den Wasserkraftunternehmungen die Möglichkeit genommen werden, ihren monopolartigen Charakter in der Preisbildung ausbeuten zu können; und zwar soll dies periodisch erfolgen, damit die Billigkeit der Wasserkräfte nach Deckung der Anlagekosten der Allgemeinheit, und nicht den Unternehmungen allein zugute kommt. Dadurch wird auch eine Trustbildung wirksam vorgebeugt.

d) Behördliche Genehmigung der Statuten und jeder Änderung derselben. Dadurch soll eine Vorwegnahme des künftigen Gewinns zugunsten der Gründer und zum Schaden der Kraftbezieher hintangehalten werden.

e) Behördliche Genehmigung der Höhe des Anlagekapitals. Eine solche Bestimmung rechtfertigt sich besonders damit, um unsicheren Gründungen, die mit zu kleinen Einlagekapital arbeiten wollen, zu begegnen. Denn solche können bedenkliche Folgen nicht nur für die Besitzer ihrer Wertpapiere, sondern auch für die geschäftlich mit dem Werk verbundenen Kraftbezieher haben.

f) Eine Festsetzung der Baufristen für Beginn, Vollendung und Inbetriebsetzung der Wasserwerke.

Mit dieser Bestimmung soll einerseits der Handel mit Wasserkraftkonzessionen unterdrückt werden, anderseits soll sie eine möglichst schnelle Inangriffnahme der projektierten Werke herbeiführen, um den Gewinn, welchen die Wasserkräfte der Volkswirtschaft bringen, ihr möglichst bald zuzuführen. Ist eine Genehmigung erteilt, so muß

auch alsbald von ihr Gebrauch gemacht werden. Ebenso kann nicht geduldet werden, daß der Werkbesitzer, wenn er es vorübergehend wegen geringer Erträgnisse für gut findet, das Werk still lege; auch im Interesse von Syndikaten könnte es liegen, einzelne Werke still zu legen und dadurch würden die betroffenen Gegenden große wirtschaftliche Verluste erleiden.

2. Zweckmäßige und wirtschaftlich rationelle Ausnutzung der Wasserkräfte.

Die Bestimmungsgründe, welche eine rationelle Ausnützung der Wasserkräfte Gewähr leisten, sind einerseits vorweg technischer Art, anderseits Momente, die wir im vorausgehenden Abschnitte unter dem Gesichtspunkte der Wirtschaftlichkeit erörtert haben, so daß sich weitere Ausführungen darüber an dieser Stelle und im Rahmen unserer Aufgabe von selbst erübrigen.

3. Der Staat als Konsument von hydro-elektr. Kraft.

Wenn wir bestritten haben, daß sich die Wasserkraftunternehmungen für einen monopolistischen Staatsbetrieb eignen, so soll damit nicht an dem Wagnerschen Gesetz der Ausdehnung der öffentlichen, besonders der Staatstätigkeit gerüttelt werden. Die Ursachen liegen im Hervortreten neuer, vermehrter und feinerer Bedürfnisse, namentlich Gemeindebedürfnisse im ganzen Volksleben, die Bedingungen liegen im starken Maß in Änderungen der Produktions- und Verkehrstechnik, welche die staatliche Funktion in erhöhtem Grade ermöglichen und wünschenswert machen.

In einem früheren Abschnitt haben wir gezeigt, daß die Wasserkraft im Dienste der Eisenbahnen aus mancherlei Gründen der Dampfkraft bis heute den Rang nicht ablaufen

konnte. Damit ist auch über eine oft schon von fiskalischer Seite aufgestellte These gerichtet, wonach die Wasserkräfte in allererster Linie für den elektrischen Betrieb der Eisenbahnen zu reservieren seien und nur das Übrigbleibende an die Industrie ꝛc. abzugeben sei: wir stehen auf gerade entgegengesetztem Standpunkte, nicht allein aus technischen, sondern insbesondere auch aus wirtschaftlichen Gründen, da eine gute Industrie, welche nur auf der Ausnützung der Wasserkräfte basiert, eine ebenso große, vielleicht noch größere Bedeutung für die Volkswirtschaft haben kann als die Eisenbahnen.

Mit allgemeinen Thesen ist hier am allerwenigsten geholfen, man soll vielmehr in jedem einzelnen Falle das Für und Dagegen reiflich abwägen!

Immerhin hat der Staat, um eventuell sein wachsendes Bedürfnis an hydroelektrischer Kraft befriedigen zu können, sich zu diesem Zwecke ein Rückkaufsrecht der konzessionierten Wasserkräfte zu wahren. Zu diesem Zwecke muß er Minimalbedingungen in die zu erteilende Konzession aufnehmen bezüglich der Höchstdauer der Konzession, der Rückkaufstermine, der Berechnung des Rückkaufpreises sowie der Konzessionserneuerung.

2. Kapitel.

Staatliche Intervention mittelst fördernder Einzelmaßnahmen und Veranstaltungen.

Die große soziale Bedeutung, welche eine rationelle Ausbeutung der Wasserkräfte hat, verpflichtet den Staat auch noch zu anderen Maßnahmen. Hierunter fallen insbesondere:

1. Erstellung einer vollständigen, zuverlässigen Statistik der reelen Wasserkräfte eines Landes. Denn nur auf Grund einer solchen ist die rationelle Ausnützung möglich!

2. Erteilung des Expropriationsrechtes an die Wasserkraftunternehmungen. Besteht ein solches nicht, so kann der Starrsinn eines Bauern, welcher sich weigert, auf seinem Gute Stangen zur Durchführung der Stromleitungen aufstellen zu lassen, die Errichtung des größten Elektrizitätswerkes vereiteln.

Auch durch die zur Verfügungstellung seiner Straßen für Starkstromleitung kann der Staat zur Ausnützung der Wasserkräfte wesentlich beitragen.

3. Erleichterung der Finanzierung durch die Übernahme von Aktien und Obligationen durch den Staat.

Wie bei den Gründungen von Eisenbahnen der Staat und die Gemeinden oft Aktien und Obligationen übernehmen, so könnten sie es auch tun bei Wasserkraftanlagen, welche ein allgemeines Interesse verfolgen, insbesondere wenn Staat oder Gemeinde einen ihr wertvollen Stand (Hausindustrielle, Landwirte) damit erhalten wollen. Die Bedeutung eines Überland-Elektrizitätswerkes dürfte oft mindestens ebenso groß sein wie diejenige einer Lokalbahn!

4. Einschränkung der alten Rechte hinsichtlich der Flösserei und Fischerei.

Als in alten Zeiten diese Rechte aufkamen, dachte kein Mensch an die motorische Ausnützung der Wasserkraft im Sinne unserer heutigen Wasserwirtschaft. Jetzt bilden diese Rechte für die Ausnützung der Wasserkräfte oft einen ebenso großen Hemmschuh wie das Fehlen eines Expropriationsgesetzes. Pflicht des Staates ist es, die Beziehungen zwischen Fischerei, Flösserei ꝛc. einerseits und Ausnützung der Wasserkräfte andererseits zu regeln und dabei den Teil zu begünstigen, welcher der Volkswirtschaft einen größeren Nutzen bringt.

5. Erstellung von Talsperren. Auf ihre Bedeutung haben wir schon an früherer Stelle hingewiesen; in anbetracht ihrer vielseitigen Vorzüge ist es Pflicht des Staates, den Bau solcher Talsperren, wo nur tunlich, zu ermöglichen, allenfalls durch Bildung von Zwangsgenossenschaften (z. B. in Preußen) der interessierten Kreise zu fördern.

6. Gewährung von Steuererleichterungen.

Oft haben die Wasserkraftunternehmungen in den ersten Jahren ihres Bestehens mit mannigfachen Schwierigkeiten zu kämpfen, wobei nicht selten die Verzinsung und Versteuerung des großen Kapitals eine Hauptrolle spielen. Da den Wasserkräften in den meisten Fällen noch eine spezielle Steuer auferlegt wird *), so können die Steuerlasten ein Unternehmen in den ersten Jahren geradezu ruinieren. Hier soll der Staat Steuererleichterungen gewähren, da er ein größeres Interesse an der Ausnützung der Wasserkräfte hat als an den fiskalischen Einnahmen. Dieser Gedanke kommt auch im bayerischen neuen Gesetzentwurf zum Ausdruck, wo betont wird, daß durch die Rekognitionsgebühr (1—7 Mk.) keinesfalls ein Unternehmen geschädigt oder gar vereitelt werden dürfe, im Gegenteil das neue Gesetz dazu beitragen müsse, für Bayern mit Hilfe der Wasserkräfte, die im rechtsrheinischen Bayern bis zu ca. 300000 P.S. noch unausgenützt sind, eine leistungsfähige, steuerkräftige Industrie zu schaffen!

*) Italien besteuert die Pferdekraft pro Jahr mit 3 Frs. Die Schweiz je nach dem Kanton mit 3—8 Frs. Bayern erhebt in dem neuen Gesetzentwurf je nach Lage und Wert der Wasserkraft und nach der Schwierigkeit der Gewinnung eine Rekognitionsgebühr von 1—7 Mk. pro P.S.

Curriculum vitae

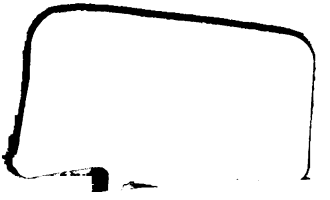
des cand. cam. Fr. E. Jacob aus St. Gallen in der Schweiz.

Ich bin geboren am 28. Februar 1883 zu St. Gallen als Sohn der Kaufmannseheleute Viktor und Lina Jacob, letztere geb. Hoffmann, und besuchte die Kantonsschule in St. Gallen, daran anschließend das Institut Grünau bei Bern und trat von dort in die Industrieabteilung der Kantonsschule Frauenfeld über, die ich im Oktober 1902 absolvierte. Darnach bezog ich die Universität Lausanne und genügte während meiner dortigen Immatrikulation der Militärpflicht. Zur Fortsetzung meines Studiums bezog ich sodann die Universitäten Zürich, Leipzig und München, wo ich neben den Vorlesungen der staatswirtschaftlichen Fakultät die einschlägigen Seminarien besuchte. Auf Grund der von mir verfertigten Dissertation: „Über die volkswirtschaftliche Bedeutung der Wasserkräfte" unterzog ich mich am 3. August 1907 der mündlichen Prüfung vor der hohen philosophischen Fakultät Heidelberg.

Anlage.

...ht.

...ngaben.)

	Dividende 1904	Dividende 1905	Durchschnitt	Reingewinn	Bemerkungen
„Motor" A.-G. in	5	6	4,4 %	771 084	1. Die Gesellschaft besitzt seit 1905 die Elektrizitätswerke Grindelwald, Beznau, Bingen a. Rh., beteiligt an Vereinigte Kander- und Hagneckwerke A.-G., Societa Elletrico di Benevento, Elektr. Baden, Soc. per le forze motrici d'Anza, Elektr.-W. Löntsch, Elektr.-W. Anza, A.-G. Brown, Boveri & Co., Baden.
Kraftübertragungs	6½	7	5,4 %	487 494	
Ver. Kander- u. Ho	4	4	4 %	286 681	2. Eine Erhöhung des Aktienkapitals um Frs. 4 500 000, also auf 10 Mill. ist für das Jahr 1906 vorgesehen.
Elektr.-W. Wynau	4	4	4 %	251 485	3. Sämtl. Aktien wurden im Laufe des Jahres 1903 von den oberaargauischen Gemeinden erworben, so daß jetzt das Werk im Besitze der 26 Gemeinden ist.
Soc. des forces St. Immer	5½	5½	5,2 %	—	4. Im Juni 1906 fand die Erhöhung des Aktienkapitals um Frs. 500 000 auf 2 000 000 Frs. statt.
Elektr.-W. Wang	05	—	—	—	5. 1904 in Betrieb gesetzt. Mit der im gleichen Arbeitsgebiet arbeitenden Gesellschaft des Aare- und Emmenkanals, ist ein Interessengemeinschaftsvertrag auf 25 Jahre geschlossen worden.
Kraftwerke Brusio		—	—	—	
Elektr.-W. Ratha	5	5	4,9 %	—	
Elektr.-W. Luzern		—	—	—	Das Werk steht erst seit dem 1. Sept. 1905 im Betrieb.
Elektr.-W. Kubel	4½	6	4,6 %	169 812	
Elektr.-W. Olten	5½	5½	5 %	125 436	
Soc. anonym de grande Eau	5	5	5	—	
Compagnie aud des lacs d Lausanne	—	4½	—	—	Der K. Waadt leistet die angegebene Zinsengarantie. 1905 ist das erste Betriebsjahr.
Elektr.-W. Lonza	6 % —	6 % 3 %	— —	—	
Elektr.-W. an de	6	6	5,2	—	
Lech-Elektr.-W.	4	4½	—	—	

MAR 16 1936